Ph. Sp.
323
l

Ph. sp. ~~325 m/l~~
323 l/-
Graeffe
R
<36619798590015
S
<36619798590015
Bayer. Staatsbibliothek
R.W. Ri

Commentar

über

eine der schwersten Stellen

in

Kant's metaphysischen Anfangsgründen

der Naturwissenschaft

das

mechanische Gesetz der Stetigkeit

betreffend.

R

Von

D. Johann Friedrich Christoph Gräffe.

Celle

bei G. E. F. Schulze dem Jüngern.

1798.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

Bayerische Staatsbibliothek München

<36609895590019

<36609895590019

Bayer. Staatsbibliothek

Vorrede.

In mehreren gelehrten Blättern fand ich den Wunsch geäußert, daß Kants metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft mehr bearbeitet werden möchten. Diesen nämlichen Gedanken hatte ich vorher gehegt, und er dringt sich natürlich Jedem auf, der sich mit den Kantischen Schriften etwas genauer beschäftigt. Das ganze System dieses merkwürdigen Mannes kann man nicht ganz übersehen, wenn man nicht auch diesen Theil der Metaphysik näher betrachtet. Ueber die Kategorien, über die Antinomien, über die Critik der Urtheilskraft u. s. f. sind bisher so viele Schriften erschienen, die den Zweck hatten, die Kantischen Bücher zu erklären, zu erläutern, oder auch zu bestreiten. Warum ist bei den metaphysischen Anfangsgrün-

den der Naturwissenschaft nicht das nämliche geschehen? Die Zahl derjenigen Leser, die bei dieser Kantischen Schrift mehrere Erläuterungen zu besitzen wünschen, dürfte doch wol nicht geringe seyn! Bis jetzt sind mir nur zwei Männer bekannt, die auf diesen Theil der Metaphysik eine besondere Rücksicht nahmen, Herr Neeb und Herr Schelling, deren Schriften ich nachher angezeigt habe. Was die Mechanik betrifft, so werden die folgenden Theile, die wir von Hrn. Schelling zu erwarten haben, gewiß viel Nützliches enthalten, durch welches die Beurtheilung des mechanischen Gesetzes der Stetigkeit nicht wenig gewinnen wird. Ich sehe daher den folgenden Theilen der Schellingischen Ideen mit Verlangen entgegen.

Meine Absicht ist inzwischen von dem Zwecke, der den Herrn Schelling leitet, verschieden. Dieser Gelehrte will nämlich die Philosophie der Natur im Großen zeichnen, und durch die Bereitung eines eigenen Weges seine Leser so weit führen, daß sie die ganze Metaphysik der Natur überschauen. Meine Absicht ist eingeschränkter. Ich will nur die Leser der Kantischen Schriften bis so weit begleiten, daß sie das verstehn, was Kant gesagt hat. Auf jeden Fall ist es, wenn

eine zuverlässige Vergleichung dieses Philosophen mit den Behauptungen anderer Philosophen zu Stande kommen soll, nothwendig, daß man genau und bestimmt den fruchtbaren Sinn auseinander setze, mit welchem Kant seine Schriften zu bereichern pflegt. Am meisten bedürfen die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft einer solchen Erleichterung. Weil verschiedene Geschäfte mich hindern, dieß ganze Buch zu erklären, so habe ich mich blos darauf eingeschränkt, diejenige Stelle in den metaphysischen Anfangsgründen, die ich für die allerschwerste halte, mit einem Commentar zu erläutern. Die Leser, für die ich schreibe, sind alle diejenigen, die sich gern mit den Kantischen Schriften beschäftigen, und die, anstatt durch einen längern Aufwand der Zeit den Sinn der gelesenen Worte ausfündig zu machen, eine Erleichterung wünschen, um eben diesen Zweck in kürzerer Zeit zu erreichen. In Ansehung der Stelle, deren Erläuterung gegenwärtiger Commentar gewidmet ist, möchte es auch wol manchem Mathematiker schwer fallen, sogleich bestimmt anzugeben, was unter Sollicitation und Acceleration nach Kants Meinung verstanden werden müsse. Um wie viel weniger werden denn

diejenigen den rechten Sinn treffen können, welchen die mathematischen Vorkenntnisse nicht recht geläufig sind? Damit nun alle Schwierigkeiten entfernt werden möchten, so habe ich diesem Commentare die Einrichtung zu geben versucht, daß jeder, wenn er auch nur an der Schwelle der mathematischen Vorkenntnisse stehen sollte, diejenigen Vorbereitungen hier antreffen möchte, durch deren Hülfe er vermittelst einer kleinen Schärfung des Nachdenkens bis so weit kommen kann, das von Kant vorgetragene Gesetz der Stetigkeit zu verstehen. Ohne Schärfung des Nachdenkens läßt sich freilich nichts begreifen, nichts verstehen. Aber für den, welcher nachdenken will, hoffe ich alles so gestellt, und die Lehren von der Stetigkeit, von der Bewegung, von der Sollicitation u. s. f. mit solcher Deutlichkeit auseinander gesetzt zu haben, daß er ohne mündliche Anweisung diese schwere Kantische Stelle, die den Beweis des mechanischen Gesetzes der Stetigkeit vorträgt, verstehen kann.

Sollte dieser Beitrag zur Erleichterung der Kantischen metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft manchem Freunde der Kantischen Schriften nützlich seyn, und auf diese Weise mehrere anreizen, dieß wichtige Buch,

von dessen Lesung sie anfangs zurückgeschreckt seyn mögen, genauer für ihr Studium zu benutzen, so werde ich mich sehr freuen, zu dieser Veränderung die einladende Veranlassung gegeben zu haben, zumal da in unsern Zeiten die Philosophie eine solche Wendung zu nehmen scheint, daß die Bestimmungen dessen, was Anschauung, was Thätigkeit, thätiges Princip der Seele seyn soll, mit den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft immer mehr durchflochten werden.

Göttingen,
den 14ten December 1797.

D. Johann Friedrich Christoph Gräffe.

Kant's Allgemeine Anmerkung zur Mechanik in seinen metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft. Frankfurt und Leipzig 1794. Seite 125 bis 128.

Die Mittheilung der Bewegung geschieht nur vermittelst solcher bewegenden Kräfte, die einer Materie auch in Ruhe beiwohnen (Undurchdringlichkeit und Anziehung). — Die Wirkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke ist die Sollicitation desselben; die gewirkte Geschwindigkeit des letzteren durch die Sollicitation, sofern sie im gleichen Verhältniß mit der Zeit wachsen kann, ist das Moment der Acceleration. (Das Moment der Acceleration muß also nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten, weil sonst der Körper durch dasselbe in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, welche unmöglich ist. Uebrigens beruht die Möglichkeit der Beschleunigung überhaupt, durch ein fortwährendes Moment derselben, auf dem Gesetze der Trägheit.) Die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft (z. B. einer zusammengedrückten Luft, die ein Gewichte trägt) geschieht jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit aber,

die dadurch einem andern Körper eingedrückt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich klein seyn; denn jene ist nur eine Flächenkraft, oder, welches einerlei ist, die Bewegung eines unendlich kleinen Quantum von Materie, die folglich mit endlicher Geschwindigkeit geschehen muß, um der Bewegung eines Körpers von endlicher Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit (einem Gewichte) gleich zu seyn. Dagegen ist die Anziehung eine durchdringende Kraft und als mit einer solchen übet ein endliches Quantum der Materie auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern bewegende Kraft aus. Die Sollicitation der Anziehung muß also unendlich klein seyn, weil sie dem Moment der Acceleration (welches jederzeit unendlich klein seyn muß) gleich ist, welches bei der Zurückstoßung, da ein unendlich kleiner Theil der Materie einem endlichen ein Moment eindrücken soll, der Fall nicht ist. Es läßt sich keine Anziehung mit einer endlichen Geschwindigkeit denken, ohne daß die Materie durch ihre eigne Anziehungskraft sich selbst durchdringen müßte. Denn die Anziehung, welche eine endliche Quantität Materie auf eine endliche mit einer endlichen Geschwindigkeit ausübt, muß einer jeden endlichen Geschwindigkeit, womit die Materie durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit einem unendlich kleinen Theil der Quantität ihrer Materie entgegenwirkt, in allen Punkten der Zusammendrückung überlegen seyn. Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft ist, wie man sich den Zusammenhang denkt, so würde das Gegentheil von diesem erfolgen. Allein es ist unmöglich, ihn so zu denken, wenn er wahre Anziehung (und nicht blos äußere Zusammendrückung) seyn soll.

Ein absolut harter Körper würde derjenige seyn, dessen Theile einander so stark zögen, daß sie durch kein

Gewicht getrennt, noch in ihrer Lage gegen einander verändert werden könnten. Weil nun die Theile der Materie eines solchen Körpers sich mit einem Momente der Acceleration ziehen müßten, welches gegen das der Schwere unendlich, der Masse aber, welche dadurch getrieben wird, endlich seyn würde, so müßte der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, als expansive Kraft, da er jederzeit mit einer unendlich kleinen Quantität der Materie geschieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollicitation geschehen, d. i. die Materie würde sich mit unendlicher Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist. Also ist ein absolut harter Körper, d. i. ein solcher, der einem mit endlicher Geschwindigkeit bewegten Körper im Stoße einen Widerstand, der der ganzen Kraft desselben gleich wäre, in einem Augenblick entgegengesetzte, unmöglich. Folglich leistet eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit oder Zusammenhang, gegen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewegung, in einem Augenblicke nur unendlich kleinen Widerstand. Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz der Stetigkeit (lex continui mechanica) nämlich: an keinem Körper wird der Zustand der Ruhe, oder der Bewegung, und an dieser, der Geschwindigkeit oder der Richtung, durch den Stoß in einem Augenblicke verändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied von einander kleiner ist, als der des ersten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf eine Materie stößt, wird also durch deren Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe, oder der, so in Ruhe war, nur durch continuirliche Acceleration in Bewegung, oder aus einem Grade Geschwindigkeit in einen andern nur nach derselben Regel versetzt; imglei-

chen wird die Richtung seiner Bewegung in eine solche, die mit jener einen Winkel macht, nicht anders als vermittelst aller möglichen dazwischenliegenden Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in einer krummen Linie, verändert, (welches Gesetz aus einem ähnlichen Grunde auch auf die Veränderung des Zustandes eines Körpers durch Anziehung erweitert werden kann). Diese lex continui gründet sich auf das Gesetz der Trägheit der Materie, dahingegen das metaphysische Gesetz der Stetigkeit auf alle Veränderung (innere so wohl als äußere) überhaupt ausgedehnt seyn müßte, und also auf den bloßen Begriff einer Veränderung überhaupt, als Größe, und die Erzeugung derselben, (die nothwendig in einer gewissen Zeit continuirlich, so wie die Zeit selbst, vorginge) gegründet seyn würde, hier also keinen Platz findet.

Commentar über die vorstehende Kantische Allgemeine Anmerkung zur Mechanik.

Diesen Theil der metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft halte ich für den allerschwersten, der in dem ganzen Buche sich findet. Leser, die mit der Kritik der reinen Vernunft nicht ganz unbekannt sind, können bei einigem Aufwande des Nachdenkens alles Uebrige sich leicht verständlich machen. Allein mit der Stelle, die hier mitgetheilt wird, hat es eine andere Bewandtniß, indem sie, wie ich aus Erfahrung weiß, zehn und zwanzigmal gelesen werden kann, ohne daß sich der bestimmte Sinn aufschlösse, der mit diesen Worten verbunden werden muß. Eine Ursache dieser Schwierigkeit liegt in der, dem Königsbergischen Weltweisen eigenthümlichen Art, die Gegenstände, mit welchen sich seine Denkkraft beschäftigte, dem Publikum vorzutragen. Ihm, als einem so tiefsinnigen Denker, der vieles mit schnellem Blicke auf einmal übersiehet, muß natürlicher Weise manches klar und deutlich vorkommen, wobei Andere, die nicht mit gleichen Talenten ausgerüstet wurden, eine abschreckende, und

schwer zu erhellende Dunkelheit antreffen. Der Gewißheit seiner Sache sich bewußt, wandelt Kant seinen Weg unbekümmert fort, und ist gutmüthig genug vorauszusetzen, daß die Leser, die ihn auf seinem Gange der Speculation begleiten wollen, ihn aufs halbe Wort verstehen werden. Er greift, wenn ich so reden darf, recht ins Volle seiner intellectuellen Reichthümer hinein, und streuet mit freigebiger Hand seine Schätze aus, ohne zu bedenken, ob die Vielen, die ihn auf seinem Wege begleiten, seine mitgetheilten Geschenke, so wie er sie darreicht, gebrauchen können. Hätte Kant an vielen Stellen seiner Schriften nur einige Zusätze eingeschaltet; hätte er über manches sich mehr verbreitet, oder in der Reihe seiner Sätze eine andere Ordnung beobachtet; hätte er überhaupt mehr wie Hume geschrieben, und Tiefsinn mit lichtvollerer Darstellung zu vermählen sich die Mühe gegeben; so würde er Alles mit sich fortgerissen, und einen großen Theil der über ihn erhobenen Klagen im Voraus entkräftet haben. Und Kant war zu einer solchen Art des Vortrags allerdings im Stande; denn da, wo er etwas recht ins Licht setzen will, thut er es mit einer solchen Energie, und mit einer solchen Gewandtheit und Geschmeidigkeit der Sprache, daß ihm wenige darin gleich kommen dürften. Dies ist inzwischen nicht immer geschehen.

Eine andere Ursache der geringern Verständlichkeit, die besonders auch unsre mitgetheilte Stelle be-

trifft, liegt in der Natur der Sache selbst. Wenn Kant das kunstvolle verwickelte Gewebe des menschlichen Erkenntnißvermögens bis auf die feinsten verborgensten Fäden verfolgt; wenn er die letzten Gründe, die Prinzipien, zu enthüllen trachtet, die der gesammten Natur in allen ihren Theilen Haltung und Zusammenhang verleihen, so ist es wahrlich Unvernunft und Thorheit, über Dunkelheit zu klagen, und das Mühsame, welches sich allemal bei einem solchen Denkgeschäfte finden muß, dem Stifter der kritischen Philosophie zur Last zu legen; dies wäre ohngefähr eben so, als wenn man die Schwierigkeit, die es kostet, um Silber und Gold aus den tiefen Gruben der Bergwerke hervorzuholen, dem Bergmanne zur Last legen wollte, dem man es doch vielmehr Dank wissen müßte, daß er kühn genug ist, um die edlern Metalle aus der verborgenen Tiefe empor zu heben. Metaphysik überhaupt, und Metaphysik der Naturwissenschaft insbesondere, sind nun ebenfalls von der Art, daß sie ihrer Natur nach Mühe und Anstrengung der Denkkraft erfordern.

Eine noch ganz eigene Ursache, warum die Lesung und das Verstehen der Kantischen Naturwissenschaft manchem etwas schwer fallen wird, ist darin enthalten, daß einige mathematische Vorkenntnisse vorausgesetzt werden, ohne welche es schlechterdings unmöglich ist, den Sinn eines Autors, der über Bewegung und Mechanik schreibt, gehörig zu

fassen. Und gerade diese Vorkenntnisse mangeln vielen Lesern der Kantischen Schriften. Manchem Philosophen fehlt es an physischen und mathematischen Kenntnissen, und mancher Physiker und Mathematiker ist nicht Philosoph genug, um die eigentliche Tendenz der Kantischen Sätze bemerken zu können. Daraus ist es auch wol abzuleiten, warum über die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft so wenig geschrieben worden ist, da doch jeder andere Theil der kritischen Philosophie fast unzählbare Erklärer, Epitomatoren, und Ausleger gefunden hat. Der einzige, der, so weit mir bekannt ist, die Kantischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft bearbeitete, ist der scharfsinnige Neeb, Professor der Philosophie zu Bonn. In seinem gelehrten Werke: System der kritischen Philosophie auf den Satz des Bewustseyns gegründet. II. Theil. Materielle Philosophie 1796, erstreckt sich die Erklärung des Gesetzes der Stetigkeit in den Bewegungen von Seite 207-211. Schon aus dieser Seitenzahl erhellet, daß Herr Professor Neeb die Kantische Erwegung mehr mit der Kürze eines Compendiums, als mit der Ausführlichkeit eines Commentars vorgetragen habe. Und mit dem Letztern, nämlich mit einem Commentare ist doch dem Leser bey manchen Stellen der Kantischen Schrift am meisten gedient. Meine Absicht gehet nun dahin, über die mitgetheilte Kantische Stelle, welche von allen drey angegebenen Ursachen der geringern

Verständlichkeit den Lesern erschweret wird, einen solchen Commentar zu liefern, der jeden Leser in den Stand setzen kann, das, was die Kantischen Worte sagen wollen, mit Bestimmtheit und Deutlichkeit sich vorzustellen. Seit der Erscheinung des Neebschen Werks hat Herr Schelling angefangen, die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft zu bearbeiten. Seine scharfsinnige Schrift führt diesen Titel: Ideen zu einer Philosophie der Natur, von F. W J Schelling. Erstes, Zweites Buch. Leipzig, bey Breitkopf und Härtel, 1797. Die Fortsetzung dieser Schrift wird die mechanischen Gesetze umfassen, und so dasjenige abhandeln, was den Inhalt der Kantischen allgemeinen Anmerkung ausmacht.

§. 1.

Zweck dieser allgemeinen Anmerkung zur Mechanik.

Der Zweck wird von Kant selbst angegeben. Er will das mechanische Gesetz der Stetigkeit (lex continui mechanica) beweisen. „Hieraus folgt nun „das mechanische Gesetz der Stetigkeit (lex conti-„nui mechanica), nämlich an keinem Körper „wird der Zustand der Ruhe, oder der Bewegung, „und an dieser der Geschwindigkeit, oder der Rich-„tung, durch den Stoß in einem Augenblicke ver-„ändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch „eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, de-

„ren Unterschied von einander kleiner ist, als der „des ersten und letzten." Wir betrachten diese Worte, die nachher am Ende dieser Schrift als Resultat der Untersuchung wieder vorkommen werden, hier nur von der Seite, als sie dazu dienen, den Zweck zu bezeichnen, den Kant im Auge hatte. Um uns für unser Geschäft desto besser vorzubereiten, wollen wir jetzt vorläufig dreierley bemerken: A) was Stetigkeit überhaupt sey; B) was unter dem metaphysischen Gesetze der Stetigkeit verstanden werde, C) daß diese Kantische Anmerkung es nur mit dem mechanischen Gesetze der Stetigkeit, und dessen Beweise zu thun habe.

A. Zuerst müssen wir also uns das deutlich zu machen suchen, was Stetigkeit seyn und bedeuten soll.

Eine jede Größe heißt stetig, deren Theile so zusammen hängen, daß die Grenze des einen Theils zugleich die Grenze des andern Theils ist. So haben die Zeittheile eine gemeinschaftliche Grenze, indem, wo der eine Zeittheil aufhört, zugleich der andere anfängt. Wenn ich auf der Grenze des einen Zeittheils bin, befinde ich mich auch schon zugleich auf der Grenze des andern Zeittheils. Zwischen beiden Theilen befindet sich keine Lücke, keine Trennung, kein Zwischenraum, so daß ich sagen könnte: jetzt verfloß die erste Nachmittagsstunde, und nun soll

der Lauf der Zeit anhalten, bis es mir gefallen wird, in die zweite Stunde einzutreten. Die Handlungen, die ich in den Stunden vornehme, z. E. das Reden, Ertheilung des Unterrichts ꝛc. können unterbrochen, verzögert, oder aufgeschoben werden; aber die Zeit läßt sich in ihrem Flusse nicht aufhalten, nicht verzögern, noch unterbrechen: sondern in und mit dem Ende der einen Stunde ist schon der Anfang der andern Stunde zugleich mit eingetreten. Die Zeit ist daher etwas Continuirliches. Eben diese Bewandtniß hat es mit dem Raume, der ebenfalls Stetigkeit besitzt, weil zwischen seinen Theilen keine Lücken, keine Sprünge, keine Unterbrechungen Statt finden. Man stelle sich die Linie A—C—D—B vor. Wenn ich von A nach B will, so stehet es nicht in meiner Willkühr, den Zusammenhang der Raumtheile aufzuheben, und etwa von dem Punkte A sogleich an der Stelle B zu seyn, ohne daß ich die dazwischen liegenden Raumtheile berührte. Es ist schlechterdings unmöglich, nach meinem Belieben einige Raumtheile, die zwischen A und B liegen (z. B. das Stück C D) hinweg zu nehmen oder wegzulassen, und dann doch von A nach B zu kommen. Die Raumtheile hängen so zusammen, daß, wo die Grenze des einen Theils ist, zugleich die Grenze des andern Theils vorhanden ist. Es giebt also weder in der Zeit noch im Raume Sprünge und Lücken, weil die Grenze ihrer Theile stets gemeinschaftlich ist. Hierin besteht

das Eine, welches man sich unter dem Ausdrucke: Stetig, Stetigkeit, denkt. Es gehört aber zu dieser Vorstellung noch Etwas, welches man dazu nehmen muß, um die Vorstellung von dem, was Stetigkeit bedeuten soll, vollständig zu haben. „Die Eigenschaft „der Größen, (Kants Critik der r. Vernunft. 1790. „Seite 211.) nach welcher an ihnen kein Theil der „kleinst-mögliche (kein Theil einfach) ist, heißt die „Continuität derselben.“ Diese letztere Bestimmung fließt aus demjenigen, was über die gemeinschaftliche Grenze der Theile gesagt worden ist. Raum und Zeit war uns deswegen etwas Continuirliches, weil die Grenze des einen Theils zugleich die Grenze des andern Theils ausmacht. Die Grenzen nehmen nun weder von dem Raume, noch von der Zeit etwas hinweg, sondern sie bezeichnen bloße Stellen der Einschränkung. Ich will dieses zuerst an der Zeit einleuchtend zu machen suchen. Man nehme einen Tag besonders, den wir in zwölf Haupttheile, und diese wieder in Minuten und Secunden u. s. w. absondern. Jede Begrenzung der Stunde, der Minute und der Secunde bestehet nur in einem Augenblicke. Weil zu einem Tage zwölf Stunden, zu einer Stunde 60 Minuten, und zu einer Minute 60 Secunden gehören: so hat ein Tag 720 Minuten, eine Stunde 3600 Secunden, und der ganze Tag 43,200 Secunden. Sollten nun die Grenzen, die ich einem Tage durch Stunden, Minuten und Se-

cunden setze, von der Zeit etwas wegnehmen, (das heißt, die Zeit, und hier den Tag, verkürzen), so würde folgen, daß derjenige, welcher nach Secunden zählt, einen kürzern Tag erhielte, als derjenige, welcher blos nach Stunden oder Minuten zählt. Denn der Erste hätte 43,200mal von dem Tage etwas hinweg genommen, da hingegen derjenige, welcher durch seine Stunden die Begrenzung vornimmt, nur 12mal dem Tage etwas entzogen haben würde. Die Länge des Tages bleibt aber immer dieselbe, ich mag nun den Tag in Stunden, oder Secunden oder gar nicht eintheilen. Die Grenzen, die ich der Zeit gebe, nehmen folglich von der Zeit nichts hinweg, sondern sie bezeichnen nur, da sie Augenblicke sind, die Stellen der Einschränkung. Die Grenzen der Zeit sind also keine Theile der Zeit, sondern nur Anzeigen, wo der eine Theil aufhört, und der andere Theil zugleich anfängt. Auf gleiche Weise ist es wahr, daß die Grenzen des Raums keine Bestandtheile desselben seyn können. Man stelle sich einen Weg von A bis B vor, in dieser Linie A__C__D__B. Nun frage ich einen Jeden, würde wol dieser Weg von A bis B dadurch kürzer, daß ich seine Theile bey C und D in besondere Grenzen bezeichnete? Und wenn ich auf diesem Wege nicht zwey, sondern tausend oder hunderttausend Grenzsteine (welche hier anstatt der Punkte dienen) setzen wollte, so würde der Weg dadurch nicht kürzer, sondern er behielte vor wie nach seine Länge unverändert. Die Grenzen nehmen al-

so von den Raumtheilen nichts hinweg, sondern sie zeigen nur die Stellen an, wo ich eine Eintheilung gemacht habe. Die Länge des Weges, die Linie A———B, oder die Entfernung (z. E. von Berlin bis Strasburg) bleibt dieselbe, ob ich 10 oder 20 oder gar keine Grenze der Theile bezeichne. Wir müssen also diesen Satz als untrüglich wahr annehmen, daß die Grenzen der Zeit und des Raums (Augenblicke und Punkte) keine Theile der Zeit und des Raums seyn können, weil sonst die Ungereimtheit folgen würde, daß ich bey einem Wege, zu welchem ein hurtiger Fußgänger 30,000 Schritte gebraucht, in dem Maaße immer wenigere Schritte nöthig haben würde, in welchem ich die Zahl der Grenzsteine vermehrte. Auf diese Weise würde ich also so weit kommen, daß ich bey zunehmender Vermehrung der Grenzen endlich nur einen Schritt, und zuletzt den zehntausendsten Theil eines Schrittes gebrauchte, um von Berlin nach Strasburg zu gelangen. Eine Ungereimtheit, die sich von selbst widerlegt!

Sind nun aber die Grenzen der Zeit und des Raums (Augenblicke und Punkte) keine Theile derselben, aus welchen ich Zeit und Raum zusammen setzen könnte; so folgt, daß die Theile, die ich in Zeit und Raum mache, immer wieder Zeit und Raum sind. Jede neue Eintheilung, die ich in Grenzen einschließe, giebt mir wieder nichts anders als Zeit und Raum. Wenn ich die Linie A a C D B bey C und D begrenze, so ist das Stück AC wie-

der eine Linie, und wollte ich ich dies kleinere Stück abermals bey a begrenzen, so wäre auch dieses Stück Aa wiederum eine Linie, und so ins Unendliche fort. Diese Linie AB kann als Darstellung für Zeit und Raum gelten. Daß nun die ins Unendliche fortgesetzte Eintheilung immer wieder Zeiten und Räume liefert, das ist ein Satz, der die Einbildungskraft ermüdet, und deswegen nicht annehmlich zu seyn scheint. Und doch ist er gewiß und zuverlässig wahr, wie aus folgendem Beweise erhellen wird. Ich kann keinen Theil der Zeit oder des Raums machen, ohne ihn in Grenzen einzuschließen. So oft ich neue Theile mache, so oft setze ich neue Grenzen, innerhalb welcher der neue Theil eingeschlossen, und so von einem andern Theile unterschieden wird. Aber die Grenzen, Punkte und Augenblicke sind keine Theile des Raums und der Zeit. Aus dem vorigen wissen wir, daß die noch so große Vervielfältigung der Grenzen, wodurch wir die Eintheilung fortsetzen, den gegebenen Raum und die gegebene Zeit nicht vermindert noch verkürzet. Wenn ich auch hunderttausendmal auf dem Wege von Berlin nach Strasburg Eintheilungen machte, (d. i. Grenzen setzte), so behält er dennoch eben dieselbe Länge, und der Abstand des einen Orts von dem andern bleibt ebenderselbe, ich mag nun diese Entfernung in tausend, oder in hunderttausend, oder nur in drey Theile zerlegen. Weil nun die Grenzen, die ich in einem gegebenen Raume, oder in ei=

ner gegebenen Zeit mache, von diesem Raume oder von dieser Zeit selbst nichts wegnehmen; weil ferner der Raum und die Zeit die Eigenschaft haben, daß mit der Grenze, mit welcher der eine Theil aufhört, zugleich der andre Theil anfängt, und daß es also keine Grenze geben könne, die nicht zwey Theilen gemeinschaftlich wäre: so folgt, daß jeder Theil eines gegebenen Raumes und einer gegebenen Zeit, den ich begrenzt nenne, eben dadurch, weil er begrenzt ist, einen andern Theil des gegebenen Raums und der gegebenen Zeit erfordere, durch welchen er begrenzt wird. Denn die Grenzen im Raume und in der Zeit sind stets zwey Theilen gemeinschaftlich. So oft ich nun durch eine neue Begrenzung einen Raum in neue Theile zerlege, so oft vermehre ich zwar die bezeichneten Theile, aber jeder Theil behält doch dieß Eigenthümliche, daß er einen andern Theil des gegebenen Raumes erfordert, durch welchen er begrenzt werden kann, weil jede gewählte Grenze zwey Theilen gemeinschaftlich ist. Jeder Theil des Raumes kann nur von einem andern Theile des Raumes begrenzt werden. Folglich bestehet jeder gegebene Raum, den ich durch neue Begrenzungen eintheilen will, aus solchen Theilen, die selbst wider die Natur des Raums an sich tragen. Der Raum bestehet n u r aus Räumen, und die Zeit n u r aus Zeiten. Wenn wir also die Eintheilung eines gegebenen Raumes noch so vielmal vornehmen, so ist jeder Theil des Raumes selbst wieder Raum. Mit

der Zeit hat es die nämliche Bewandtniß. Ist aber jeder Theil des Raumes selbst wieder nichts anders als Raum, so läßt sich ja dieser neue Theil wieder von neuem eintheilen, so daß wir immer wieder Räume erhalten, die dann, wie sich von selbst versteht, ebenfalls wieder eingetheilt werden können. Wir kommen also bey der Eintheilung eines gegebenen Raumes nie zu Ende, so daß wir sagen dürften, der neue Theil des Raums, den wir durch eine neue Begrenzung gemacht hätten, sey der absolut-kleinste, über welchen es keinen kleinern Theil geben könnte. Einen absolut-kleinsten Theil des Raums annehmen, hieße eben so viel, als den Raum und die Natur des Raums und der Begrenzung aufheben, und etwas vom Raume (und von der Zeit, welche beide hierin einander völlig gleich sind) festsetzen, wodurch der Raum kein Raum bleiben würde. Und dies wäre ja ein Widerspruch, der sich selbst unwiederbringlich zerstörte. Wir müssen also, um diesem Widerspruche auszuweichen, dieß als Wahrheit einräumen, daß wir bey der Eintheilung eines gegebenen Raumes niemals auf einen Theil kommen können, welcher der absolut-kleinste wäre. Folglich giebt es bey jedem genannten oder bestimmten Theile des Raums einen andern Theil, der noch kleiner ist, oder der sich noch kleiner annehmen läßt. Wollen meine Leser etwas Aehnliches haben, um sich diese Wahrheit desto eher zu vergegenwärtigen, so ersuche ich sie, an die Natur der Zahlen

zu denken. Man nehme ein Ganzes, welches wir uns als eine Einheit vorstellen. Diese Einheit = 1 kann ich in zwey Theile absondern, so daß jeder Theil = $\frac{1}{2}$ wird. Aber darf ich sagen, daß ich bey der Eintheilung der Eins nicht weiter schreiten dürfte? Kann ich nicht diese Eintheilung weiter fortsetzen? Wir erhalten also folgende Reihe, wenn wir jeden Theil wieder in Hälften zerlegen:

$$1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \frac{1}{64}, \frac{1}{128}, \frac{1}{256}, \frac{1}{512} \ldots$$

Wenn wir nun bis zu $\frac{1}{512}$ gelangt sind ($= \frac{1}{2^9}$) so würden wir sehr irren, wenn wir glaubten, daß wir nun die äußerste Grenze erreicht hätten, und daß sich dieser fünfhundert und zwölfte Theil nicht mehr eintheilen lasse; denn diesen fünfhundert und zwölften Theil kann ich wieder in Hälften zerlegen, und auf diese Weise $\frac{1}{1024}, \frac{1}{2048}, \frac{1}{4096}, \frac{1}{8192}, \frac{1}{16384}, \ldots\ldots$ erhalten. Dieß Fortschreiten hört nie auf, indem über jeden Theil es noch einen andern giebt, der noch kleiner ist. Allgemein vorgestellt entstände diese Reihe;

$$1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2^2}, \frac{1}{2^3}, \frac{1}{2^4}, \frac{1}{2^5}, \frac{1}{2^6}, \frac{1}{2^n}, \frac{1}{1^{n+1}}, \ldots\ldots$$

und so ins Unendliche fort, indem zu jeder Potenz = n, eine noch höhere Potenz = n + 1 gegeben werden kann. Es ist also schlechterdings unmöglich, bey einer bestimmten Zahl einen Stillstand zu machen, und dann zu sagen, daß sich keine größere Zahl darüber hinaus denken lasse. So wie nun je-

de Zahl ins Unendliche fortschreiten, kann, so wie kein Theil vorhanden ist, über welchen es nicht noch einen größern oder kleinern geben könnte; eben so trägt jeder Theil des Raums, deswegen weil er ja wieder Raum ist, die Beschaffenheit an sich, daß er von neuem wieder eingetheilt werden kann. Aus diesem Grunde ist kein Theil des Raums der absolut-kleinste, sondern es muß bey jedem bestimmten Theile des Raums einen Theil geben, der noch kleiner ist. Giebt es aber keinen Theil des Raums, der absolut-klein wäre, so giebt es auch folglich keine einfachen Theile desselben.

Wenn man nun von der Continuität des Raums und der Zeit redet, so verstehet man darunter die beiden bisher abgehandelten Eigenschaften: 1) daß die Grenze des einen Theils zugleich die unmittelbare Grenze des andern Theils ist; 2) daß es weder im Raume noch in der Zeit einfache Theile gebe, oder mit andern Worten, daß es weder im Raume, noch in der Zeit, einen Theil gebe, von welchem man sagen könnte, daß er der absolut-kleinste wäre. Weil der Raum nur aus Räumen, und die Zeit nur aus Zeiten besteht, so kann man in denselben keinen Theil angeben, über welchen es nicht möglich wäre, einen noch kleinern Theil anzunehmen. Raum und Zeit sind daher continuirliche Grössen (quanta continua).

B. Metaphysisches Gesetz der Stetigkeit.

Dies Gesetz der Stetigkeit (lex continui) betrachtet Kant in der Critik der reinen Vernunft von der Seite, von welcher es in die Metaphysik der Erscheinungen gehört. Sein Resultat in dieser Hinsicht ist, wie es Seite 212 kurz ausgedruckt wird, dieses: „Alle Erscheinungen überhaupt sind dem„nach continuirliche Größen, sowohl ihrer Anschau„ung nach, als extensive, oder der bloßen Wahr„nehmung (Empfindung und mithin Realität) nach, „als intensive Größen." Die ausführlichere Erklärung dieses Resultats liefert Kant in der Krit. d. r. Vernunft, Seite 202–218. „Das metaphysi„sche Gesetz der Stetigkeit, sagt Kant in den An„fangsgründen der Naturwissenschaft, Seite 128, „muß auf alle Veränderung (innere sowohl als äu„ßere) überhaupt ausgedehnt seyn, und also auf „dem bloßen Begriffe einer Veränderung über„haupt, als Größe, und der Erzeugung derselben, „(die nothwendig in einer gewissen Zeit continuir„lich, so wie die Zeit selbst, vorgienge,) gegründet „seyn; findet also hier keinen Platz."

Zur Erklärung dieser Worte kann man sich folgendes bemerken. Ich kann keine Veränderung apprehendiren, ohne daß es nicht in der Zeit geschähe, welche die Form des innern Sinnes ist. Die Apprehension der Gestalten im Raume erfordert immer einige Zeit, weil die Raumtheile außer und neben

einander sind, und weil die bestimmten Raumtheile, wenn sie in das empirische Bewußtseyn aufgenommen werden sollen, nothwendig successive zu einander hinzugethan werden müssen. Während der Apprehension der Raumtheile, oder der Gestalten im Raume, verfließt also immer einige Zeit. Bei jeder Erscheinung, die wir anschauen, gehet eine Synthesis der Räume und Zeiten vor sich, weswegen man sagen muß, daß jede Erscheinung ihrer Anschauung nach eine Größe, und zwar eine extensive Größe sey. Aber die Zeit selbst hat ja, wie wir vorhin sahen, Stetigkeit, vermöge welcher kein gegebener Theil der Zeit der möglichst=kleinste ist. Folglich muß alles, was in der Zeit geschiehet, jede Veränderung, die einen Theil der Zeit erfüllet, continuirlich erfolgen, weil die Zeit, die zu jeder Apprehension erforderlich ist, continuirlich fortfließet. Nimmt man nun die Empfindung, die eine innere Veränderung ist, so erfüllet sie zwar nur einen Augenblick, und bestehet also nicht in einer successiven Synthesis der Zeiten; allein jede gegebene Empfindung, einzeln für sich betrachtet, kann stärker oder schwächer seyn, abnehmen oder zunehmen, wachsen oder verschwinden. Jede Empfindung hat daher einen Grad (intensive Größe) über welchen oder unter welchen es unzählige Abstufungen giebt, so daß jeder angegebene Theil immer noch größer ist, als die Theile, die zwischen ihm und zwischen der gänzlichen Negation (= 0) sich befinden. Nun hieß uns dasjenige stetig, was

so beschaffen ist, daß kein Theil von ihm der möglichst-kleinste ist. Die einzelne Empfindung (innere Veränderung) ist daher auch eine Größe und zwar eine intensive Größe, bei welcher die Vielheit der Theile durch eine unendliche Annäherung zur Negation (= o) gedacht wird. Also muß dies Gesetz der Stetigkeit auf alle Veränderung, innere sowohl als äußere, ausgedehnt werden, und der Grund davon, daß jeder Veränderung dieser continuirliche Zusammenhang zukomme, liegt darin, weil jede Veränderung ohne Ausnahme eine Größe (d. h. eine Zusammensetzung des mannichfaltigen Gleichartigen) besitzt, und folglich kein gegebener Theil der kleinst-möglichste ist.

C. Mechanisches Gesetz der Stetigkeit.

Von diesem metaphysischen Gesetze der Stetigkeit, welches sich über alle Veränderungen, über alle Erscheinungen, und über alle Empfindungen erstreckt, welches daher für die ganze Philosophie die größte Wichtigkeit behauptet, und deswegen in der Kritik der reinen Vernunft vorgetragen wurde, will Kant jetzt nicht reden, sondern seine Absicht geht jetzt nur auf den Beweis, daß die mechanische Würkung und Gegenwürkung ebenfalls nach einem Gesetze der Stetigkeit erfolge. Recht deutlich wird dieser Zweck in diesen Worten angegeben: „Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz der Stetigkeit — — — nach derselben Regel versetzt.

§. 2.

Anzeige dessen, was vorausgesetzt wird.

Weil die Kantischen Worte, über die ich diesen Commentar schreibe, eine allgemeine Anmerkung zur Mechanik enthalten, so ist es natürlich, daß auf alles Vorhergehende Rücksicht genommen werden müsse, welches aber hier nicht erklärt werden darf, indem ja sonst die ganze Kantische Schrift über die Naturwissenschaft hier wiederholt werden müßte. Aber einiges ist doch von der Art, daß eine besondere Hinweisung darauf ihren großen Nutzen hat. Hieher gehören nun folgende Punkte:

1) Die bewegende Kräfte sind

a) Undurchdringlichkeit, die wir hier auch expansive oder zurückstoßende Kraft nennen.

b) Anziehungskraft, die auch zusammendrückende oder durchdringende Kraft heißt.

2) Diese beiden Kräfte kommen einer Materie auch in Ruhe zu, weil ohne ursprüngliche Anziehungskraft, und eben so wenig ohne ursprüngliche Zurückstoßungskraft die Materie das nicht seyn könnte, was sie nach dem Begriffe der metaphysischen Naturwissenschaft seyn muß.

3) Das mechanische Gesetz: daß in aller Mittheilung der Bewegung Würkung und Gegenwürkung einander jederzeit gleich seyn müsse, wird ebenfalls vorausgesetzt.

4) Das Gesetz der Trägheit (lex inertiæ) hat diese Bedeutung. Die Materie bleibt ohne äußere Ursache in Ruhe, und wenn sie bewegt ist, in derselben Geschwindigkeit und Richtung. Dies Gesetz der Trägheit folgt aus dem von Kant Seite 110 geführten Beweise, daß ein jeder Körper in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit beharre, wenn er nicht durch eine äußere Ursache genöthigt wird, diesen Zustand zu verlassen.

Diese vier genannten Stücke, besonders den letzten Punkt muß man sich gegenwärtig erhalten, wenn man die folgenden Texteswortе verstehen will.

§. 3.

„Die Würkung einer bewegenden Kraft auf ei„nen Körper in einem Augenblicke ist die Solli„citation *) desselben, die gewürkte Geschwin„digkeit des letzteren durch die Sollicitation, „sofern sie in gleichem Verhältnisse mit der Zeit „wachsen kann, ist das Moment der Accelera„tion. (Das Moment der Acceleration muß „also nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit „enthalten, weil sonst der Körper durch dassel-

*) Man kann Sollicitation und Solicitation schreiben. Beides ist recht.

„be in einer gegebenen Zeit eine unendliche Ge„schwindigkeit erlangen würde, welche unmög„lich ist. Uebrigens beruht die Möglichkeit der „Beschleunigung überhaupt, durch ein fort„währendes Moment derselben, auf dem Ge„setze der Trägheit.)“

Diese Kantischen Worte werden demjenigen, welcher in diese Art von Betrachtungen uneingeweihet ist, mit einer undurchdringlichen und schwer zu erhellenden Dunkelheit umgeben zu seyn scheinen. Man wird sich sogleich nicht sagen können, was Sollicitation, was Acceleration seyn soll? Wohin legen wir die Sollicitation, wohin die Acceleration? Legen wir die Sollicitation in einen Körper, und die Acceleration in einen andern Körper? Oder hat es, weil die Materie, und also jeder Körper, Anziehungskraft und Zurückstoßungskraft mit sich vereinigt, diese Bewandtniß, daß die Sollicitation die Anziehung bedeutet, welche auf die Zurückstoßungskraft desselben Körpers würket, und also bei der Zurückstoßungskraft ebendesselben Körpers eine beschleunigte Geschwindigkeit hervorbringt? Gehört der Anziehungskraft die Sollicitation, und der Zurückstoßungskraft die Acceleration, oder umgekehrt? da das Wort Würkung doppelsinnig ist, und die Handlung des Würkens, oder dasjenige bedeuten kann, welches durch diese Handlung bewerkstelliget wird, so ist es auch hier wieder nicht sogleich deutlich, was das heißen solle, wenn

gesagt wird, die Sollicitation sey die Würkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper. Außerdem wird der Anfänger sich nicht davon sogleich überzeugen können, daß das Moment der Acceleration eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten müsse, weil sonst der Körper in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde. Wie folgt eines aus dem andern? Was heist endliche Geschwindigkeit? Was ist unendlich-kleine Geschwindigkeit?

Dieß sind einige von den Schwierigkeiten, deren Auflösung den Leser lange Zeit beschäftigen, und ihn in den Zustand versetzen wird, als wenn er in einem Labyrinthe umherirrte, aus dessen Verwickelungen er keinen Ausgang entdecken kann. Dies ist es, was mich bewogen hat, auf die Erklärung und die Erleichterung dieser Stelle zu denken, und damit nun alles deutlich aus einander gesetzt werde, so will ich folgende Erläuterungen beibringen:

1) Was man unter Geschwindigkeit verstehe?
2) Was heißt Größe der Bewegung?
3) Was ist die Sollicitation?
4) Was bedeutet die Acceleration?
5) Beweis des Satzes, daß das Moment der Acceleration eine unendlich-kleine Geschwindigkeit enthalten müsse. Hierbey wird denn angezeigt, was man sich unter einer endlichen, unter einer unendlichen, und unter einer unendlich kleinen Geschwindigkeit zu denken habe?

§. 4.

Von der Geschwindigkeit.

Wenn zwey Körper in einerley Zeit einen gleichen Raum durchlaufen, so sagen wir alle, daß sie gleich geschwind sind.

Wenn die Zeiten gleich sind, der eine Körper aber in dieser nämlichen Zeit einen größern Raum durchläuft, als der andere Körper, so ist offenbar, daß der erste Körper desto geschwinder sey, einen je größern Raum er in der nämlichen Zeit durchläuft. Daraus fließt dieser Satz: wenn die Zeiten gleich sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Räume.

Wenn ein Körper denselben Raum, den ein anderer Körper in einer längern Zeit zurücklegt, in einer kürzern Zeit durchläuft, so müssen wir ebenfalls sagen, daß der erstere Körper desto geschwinder sey, in je kürzerer Zeit er denselben Raum durchläuft. Folglich verhalten sich bei gleichen Räumen die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten. Denn ich sage nicht: je längere Zeit erfordert wird, desto größer ist die Geschwindigkeit, sondern: je längere Zeit erfordert wird, desto kleiner ist die Geschwindigkeit. Dieß ist also ein Fall, der in die sogenannte Regula de tri conversa gehört.

Nun setze man drey Körper. Der Körper I durchlaufe den Raum = S, in der Zeit = T, und

seine Geschwindigkeit heiße = C. Der zweite Körper II durchlaufe den Raum = s, in der Zeit = t, und seine Geschwindigkeit heiße = c. Der Körper III habe mit dem erstern den Raum = S, und mit dem zweiten die Zeit = t gemein, und seine Geschwindigkeit heiße = v.

$$\text{I}\begin{cases}S\\T\\C\end{cases}\qquad\text{II}\begin{cases}s\\t\\c\end{cases}\qquad\text{III}\begin{cases}S\\t\\v\end{cases}$$

Aus dieser Annahme entständen folgende Proportionen: Die Geschwindigkeit des ersten Körpers verhält sich, bey gleichen Räumen, zur Geschwindigkeit des dritten Körpers, wie ihre umgekehrte Zeiten

$$C : v = t : T$$

ferner die Geschwindigkeit des dritten Körpers verhält sich zur Geschwindigkeit des zweiten Körpers, weil die Zeiten gleich sind, wie sich ihre Räume verhalten

$$v : c = S : s.$$

Die Zusammensetzung dieser beiden Porportionen:

$$\begin{array}{l} C : v = t : T \\ v : c = S : s \\ \hline \end{array}$$

giebt $C : c = tS : Ts.$

Wenn man das hinterste Verhältniß durch gleiches = tT dividirt, so erhält man folgende Proportion:

$$C : c = \frac{tS}{tT} : \frac{Ts}{tT}$$

das ist $C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$

Dieß heißt mit Worten ausgedrückt: die Geschwindigkeiten verhalten sich, wie die Räume durch die Zeiten dividirt. Unter der Geschwindigkeit verstehen wir also den durch die Zeit dividirten Raum. Legte jemand eine Meile in zwey Stunden zurück, der andere aber legte zwey Meilen in zwey Stunden zurück, so verhielten sich ihre Geschwindigkeiten, wie

$$\frac{1 \text{ Meile}}{2 \text{ Stunden}} : \frac{2 \text{ Meilen}}{2 \text{ Stunden}}, \text{ also wie } \tfrac{1}{2} : 1$$

die Geschwindigkeit des andern Boten wäre = 1 und die Geschwindigkeit des ersten Boten = $\frac{1}{2}$, das heißt, der zweite Bote gienge noch einmal so geschwind als der erste.

§. 5.

Größe der Bewegung.

Vorhin betrachteten wir die bloße Geschwindigkeit, ohne auf etwas anderes Rücksicht zu nehmen. Wenn wir aber die Größe der Bewegung schätzen wollen, so müssen wir außer der Geschwindigkeit auch noch die Masse in Erwägung ziehen. Bei dieser Beurtheilung leiten uns folgende einleuchtende Vordersätze, die ich mit Kästners Worten ausdrükken will. (Man sehe Herrn Hofrath Kästners Fortsetzung der Rechenkunst, in Anwendungen auf mancherlei Geschäfte, 1786. Seite 7.)

„Wenn von zwei Körpern, die gleichviel Materie haben, einer schneller bewegt wird, als der an-

„dere: so wird man dem erstern mehr Bewegung „zuschreiben, in dem Verhältnisse, in welchem er „mehr Geschwindigkeit hat. Bei gleich viel Ma„terie also verhält sich die Größe der Be„wegung wie die Geschwindigkeit.

„Hat ein Körper mehr Materie als der andere, „und beide gehen gleich geschwinde, so wird der mehr „Bewegung haben, in welchem mehr Materie bewegt „wird. Bey gleicher Geschwindigkeit ver„hält sich die Größe der Bewegung, wie „die Menge der Materie.“

Nun nehme man drei Körper I, II, III, an. Der erste Körper habe die Geschwindigkeit $= C$ und die Masse $= M$, und die Quantität der Bewegung heiße $= Q$. — Bei dem zweiten Körper heiße die Masse $= m$, die Geschwindigkeit $= c$, und die Quantität der Bewegung $= q$. — Der dritte Körper habe mit dem ersten die Masse $= M$, und mit dem zweiten die Geschwindigkeit $= c$ gemein. Seine Quantität der Bewegung heiße $= v$. Wir wollen das, was jedem Körper gehört, wieder wie vorhin neben einander setzen.

$$\text{I} \begin{cases} M \\ C \\ Q \end{cases} \qquad \text{II} \begin{cases} m \\ c \\ q \end{cases} \qquad \text{III} \begin{cases} M \\ c \\ v \end{cases}$$

Nach jenem ersten Vordersatze verhält sich, da die Messen gleich sind, die Quantität der Bewegung

des ersten Körpers, zu der Quantität der Bewegung beim dritten Körper, wie sich ihre Geschwindigkeiten verhalten.

$$Q : v = C : c$$

Nach dem zweiten Vordersatze verhält sich die Quantität der Bewegung bei dem dritten Körper, zu der Quantität der Bewegung bei dem zweiten Körper, wie sich ihre Massen verhalten. Denn ihre Geschwindigkeiten sind gleich.

$$v : q = M : m$$

Die Zusammensetzung dieser beiden Proportionen:

$$Q : v = C : c$$
$$v : q = M : m$$

giebt $Q : q = CM : cm$, oder $Q : CM = q : cm$. Dies heißt mit Worten ausgedrückt: Die Größen der Bewegung verhalten sich, wie die Producte aus den Geschwindigkeiten in die Massen.

Will man also die Größe der Bewegung schätzen, so muß man die Masse und die Geschwindigkeit in Erwägung ziehen. $Q = CM$ und $q = cm$.

§. 6.

Von der Sollicitation.

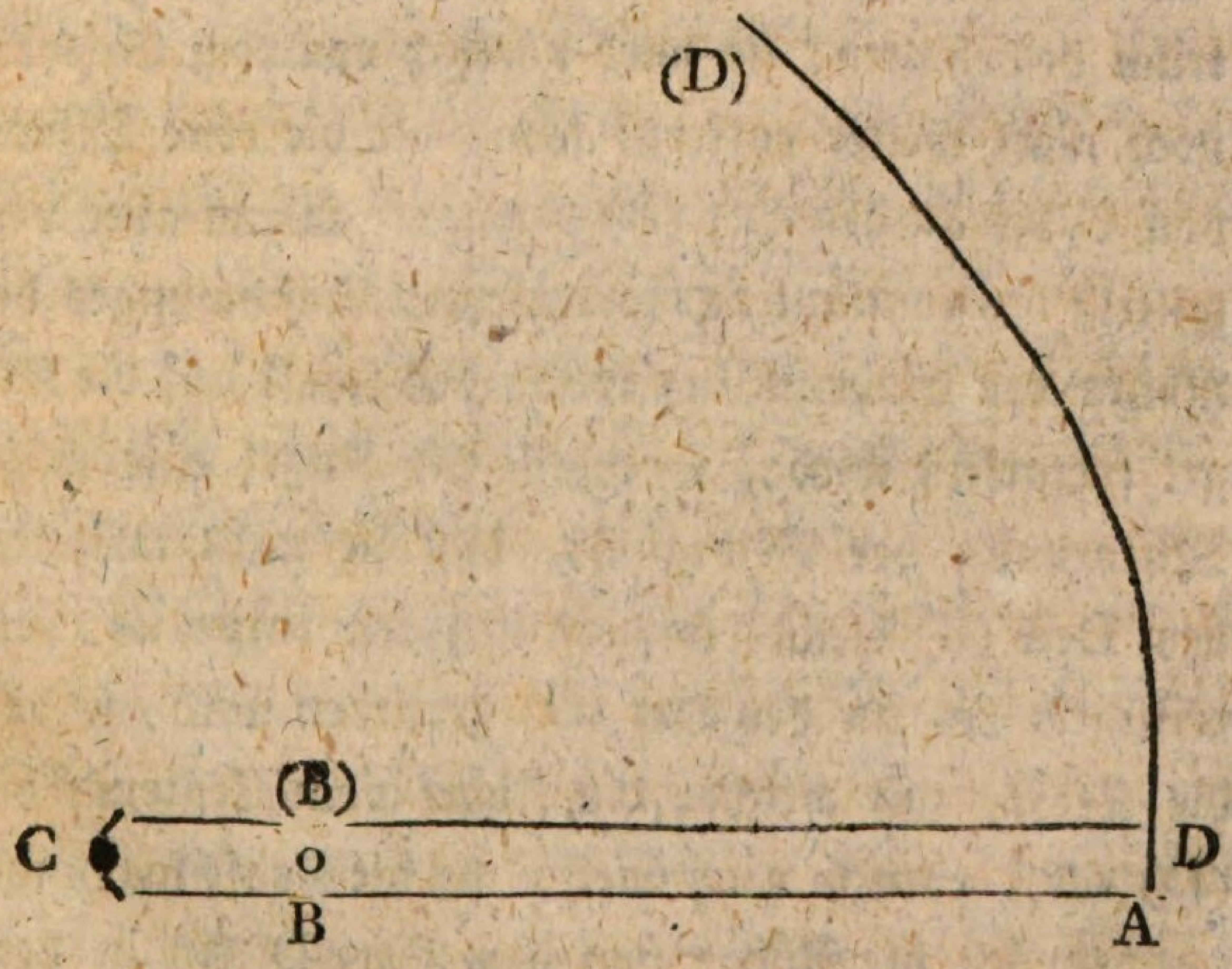
Sollicitation, sagt Kant, ist die Würkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke. Ich habe schon oben erwähnt, daß diese

Worte jedem Leser nicht sogleich ganz deutlich seyn werden. Den Ausdruck: Sollicitation, der in Gehlers physikalischem Wörterbuche ganz übergangen ist, hat Kant ohne Zweifel von Leibnitz entlehnt, weswegen ich die Leibnitzische Stelle ganz hiehersetzen will: Leibnitii Opera omnia, nunc primum collecta, in Classes distributa, præfationibus et indicibus exornata studio Ludovici Dutens. Tom. tertius. Genevæ 1768. 4. Porro, sagt Leibnitz Seite 317 und 318, ut æstimatio motus per temporis tractum fit ex infinitis impetibus, ita vicissim impetus ipse (etsi res momentanea) fit ex infinitis gradibus successive eidem mobili impressis; habetque elementum quoddam, quo non nisi infinities replicato nasci potest. Finge tubum AC in plano horizontali hujus paginæ certa quadam uniformi celeritate rotari circa centrum C immotum, et globum B in tubi cavitate existentem liberari vinculo, vel impedimento, atque incipere moveri vi centrifuga; manifestum est, initio conatum a centro recedendi, quo scilicet globus B in tubo tendet versus ejus extremitatem A, esse infinite parvum, respectu impetus, quem jam tum habet a rotatione, seu quo cum tubo ipso globus B, a loco D tendit versus (D) retenta a centro distantia. Sed continuata aliquamdiu impressione centrifuga a rotatione procedente, progressu ipso oportet nasci in

globo impetum quemdam centrifugum, completum (D) (B) comparabilem cum impetu rationis D (D). Hinc patet, duplicem esse Nisum, nempe elementarem, seu infinite parvum, quem et sollicitationem appello, et formatum continuatione, seu repetitione Nisuum elementarium, id est impetum ipsum — — — Hinc Vis quoque duplex: alia elementaris, quam et mortuam appello, quia in ea nondum existit motus, sed tantum sollicitatio ad motum, qualis est globi in tubo, aut lapidis in funda, etiam dum adhuc vinculo tenetur; alia vero vis ordinaria est, cum motu actuali conjuncta, quam voco vivam. Et vis mortuæ quidem exemplum est ipsa vis centrifuga, itemque vis gravitatis, seu centripeta; vis etiam, qua Elastrum tensum se restituere incipit. Sed in percussione, quæ nascitur a gravi jam aliquamdiu cadente, aut ab arcu se aliquamdiu restituente, aut a simili causa, vis est viva, ex infinitis vis mortuæ impressionibus continuatis nata.

Dem Herrn von Leibnitz war also die würkliche Bewegung das Maaß, wornach er die lebendigen Kräfte schätzte. In wiefern nun Leibnitz daran Recht that, dies Größenmaaß der lebendigen Kräfte anzunehmen, ob die Art, wie er die todten und die lebendigen Kräfte erklärte, gebilligt werden müsse, oder nicht,

das ist eine Untersuchung, die nicht hieher gehört. Was Kant dagegen einwendet, findet man in seiner 1746 herausgegebenen Abhandlung: Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte. Sie ist in folgendem Buche wieder abgedruckt: Immanuel Kants frühere noch nicht gesammelte kleine Schriften. Lintz 1795. Man sehe daselbst Seite 162 und folg. Hier ist es uns nur darum zu thun, den Begriff zu bestimmen, den Leibnitz mit dem Ausdrucke Sollicitation verbunden hat. Dazu soll uns diese Zeichnung dienen, die ich nach den im Lateinischen Texte angedeuteten Angaben hieher setze.



AC sey eine Röhre, in deren Höhlung die Kugel B sich befindet. C bedeute das unbewegliche Centrum, um welches sich die Röhre AC in einer

gewissen gleichförmigen Geschwindigkeit bewegt. (B) bedeutet den Ort, an welchem sich die Kugel B befindet, und (D) sey ebenfalls der Ort, zu welchem die Röhre in ihrer Rotation auf der horizontalen Ebene von dem Orte D aus hingelanget. Wenn nun in diesem Umschwunge der Röhre um das Centrum die Kugel B von ihrer Befestigung oder von ihrer Hinderung loßgelassen wird, so wird ihr Bestreben, von dem Centrum C nach dem Ende der Röhre A zukommen, nur unendlich klein gegen diejenige Kraft seyn, welche die Röhre zugleich mit der Kugel von dem Orte D zu dem Orte (D) hintreibt. Denn die Kugel B wird, wenn die Röhre in ihrem Umschwunge nach (D) gekommen ist, noch die nämliche Distanz von dem Centrum beibehalten: sie wird nämlich von dem Centrum noch nicht weiter entfernt seyn, als die erste Distanz von C bis an den Ort (B) beträgt. Wenn aber vermittelst des continuirlich fortgesetzten Umschwunges der Röhre der Eindruck der treibenden Kraft auf die Kugel fortgesetzt wird, so erhält die Kugel eine solche Mittheilung der Bewegung, daß sie nicht mehr an dem Orte (B) bleibt, sondern in ihrem impetus centrifugus bis an den Ort (D) getrieben wird, so daß die Kraft, mit welcher die Kugel vom Centrum bis (D) eilt, eben so groß wird, als die Kraft war, mit welcher sich die Röhre von dem Orte D bis zu dem Orte (D) hin bewegt. Deswegen sagt Leibnitz, nascitur in globo impetus quidam centrifugus, completus (D) (B), comparabilis cum impetu

rationis D (D). Wem dieß noch nicht deutlich genug seyn sollte, der denke an eine Schleuder, in welcher ein Stein liegt. Zuerst liegt der Stein ruhig an seinem Orte, ohne daß er eine große Kraft bewiese, seine Distanz von der Hand des Schleudernden zu verändern. Je länger die Rotation des Schleudernden fortdauert, um desto weiter kann der Stein bis zu jeder beliebigen Weite fortgetrieben werden, je nachdem die Kraft beschaffen ist, mit welcher die Hand die Schleuder um den Mittelpunkt herum schwingt. Zuletzt wird also der Grad der Stärke und der Heftigkeit, welcher dem Steine eingedrückt wird, so groß, daß er mit dem Grade der Stärke, mit welcher die Hand den Umschwung ausübt, in eine völlige Vergleichung gebracht werden kann. Der Eindruck, den die schleudernde Hand auf den Stein, und die Rotation der Röhre auf die Kugel macht, ist also zuerst unendlich klein, so daß der Stein in der Schleuder, und die Kugel in der Röhre von dem Zustande der Ruhe fast um nichts unterschieden ist. Je länger die Rotation continuirlich fortdauert, ein um desto größerer Grad des Stoßes wird dem Steine und der Kugel mitgetheilt, von dem Centrum der Rotation sich zu entfernen. Der erste Eindruck, den die Rotation auf den Stein und auf die Kugel macht, heißt beim Leibnitz nisus elementaris, oder sollicitatio, gleichsam die Anreizung oder die Anlockung zur Bewegung; und die continuirliche Wiederholung dieser Sollicitation bringt den impetus selbst, oder die Stärke und Schnellig-

keit des bewegten Körpers hervor. Die Bedeutung, in welcher die Kantische Naturwissenschaft diesen Ausdruck gebraucht, ist etwas verschieden. Bey Leibnitz gehört der durch die Rotation hervorgebrachte nisus elementaris, der unendlich klein ist, und sollicitatio heißt, dem Steine und der Kugel an. Leibnitz legte also die Sollicitation in den Körper, der durch die Rotation in Bewegung gesetzt wurde, und sie war bey dem Steine in der Schleuder, und bey der Kugel in der Röhre der erste gewürkte Grad, mit welchem sich der Stein und die Kugel zur Bewegung anschickten. Nach Kant hingegen muß das, was Sollicitation heißen soll, in die bewegende Kraft gelegt werden, welche die Schleuder und die Röhre um einen Mittelpunkt herumdrehet. Bey Kant bedeutet Sollicitation die bewegende Kraft eines Körpers, in sofern sie auf einen andern Körper in einem Augenblicke würkt, und demselben einen Grad der Geschwindigkeit eindrücken will Bei Leibnitz hingegen bedeutet Sollicitation den ersten unendlich kleinen gewürkten Grad, und den ersten gemachten Eindruck. Wenn wir die von Leibnitz gebrauchten Exempel beibehalten wollen, so müssen wir die Sache so fassen:

Die Sollicitation bedeutet

im Kantischen Sinne	im Leibnitzischen Sinne
1) Die Handlung einer einwürkenden Kraft, die einen Eindruck macht.	1) Die hervorgebrachte Würkung, die durch die handelnde Kraft eingedrückt ist.

2) Die Sollicitation gehört der schleudernden Hand, und dem Schwunge der Röhre an.	2) Die Sollicitation gehört dem Steine in der Schleuder, und der Kugel in der Röhre an.
3) Die Sollicitation ist die handelnde oder bewegende Kraft, in jedem Augenblicke, aber nur in einem Augenblicke betrachtet, soferne sie auf einen andern Körper würkt.	3) Die Sollicitation ist nisus elementatis, der erste unendlich kleine gewürkte Eindruck, das erste Element, aus dessen Wiederholung der impetus selbst entstehet.
4) Sollicitatio est ipsa vis agens, quæ jam in motu est, et in aliud quoddam corpus influit.	4) Sollicitatio est vis mortua, in qua nondum motus existit, sed invitatio tantum ad motum.

Diese bemerkten Unterschiede mögen hinreichen, um den Abstand sichtbar zu machen, der die Kantische Sollicitation von der Leibnitzischen Sollicitation trennet. Ich glaubte um desto mehr diesen Unterschied entwickeln zu müssen, je öfter der Fall eintreten kann, daß demjenigen, welcher an die Leibnitzische Bezeichnungsart gewöhnt ist, bey der Lectüre der Kantischen Naturwissenschaft die Leibnitzische Bedeutung wieder

vorschwebt. Dadurch würde der Nachtheil entstehen, daß die unbesorgt angenommene Verwechselung dieser beiden unterschiedenen Bedeutungen in der Auslegung der Kantischen Schrift eine Verwirrung der Begriffe hervorbrächte, oder das Verstehen der Kantischen Worte um vieles erschwerte. So ist es zum wenigsten mir ergangen. Ich brachte die Leibnitzische Bezeichnungsart, die ich ohne Bedenken im Anfange beibehielt, zur Lesung dieser Kantischen Stelle mit. Aber ich fand bald, daß kein rechter Zusammenhang in dem Kantischen Vortrage sich anknüpfen lasse, so lange man die Leibnitzische Bedeutung auch hier festhalten wollte. Vor dieser beschleichenden Verwechselung beider Bedeutungen, die so leicht möglich ist, hat sich der Herr Prof. Neeb nicht ganz gehütet. Denn er sagt im zweiten Theile seines brauchbaren Systems der kritischen Philosophie, Seite 207. In jeder Einwirkung einer bewegenden Kraft auf einen ruhigen Körper giebt es einen Anfangsaugenblick; die Einwirkung in diesem ersten Augenblicke heist Sollicitation. In diese Definition ist etwas aus der Kantischen und etwas aus der Leibnitzischen Bedeutung aufgenommen. Wenn Hr. Neeb die Sollicitation eine Einwürkung einer bewegenden Kraft auf einen ruhigen Körper nennt, so ist dieß nach dem Kantischen Sinne, nach welchem, wie wir vorhin sahen, die Sollicitation in die bewegende Kraft, die einem andern Körper einen Eindruck mittheilen, oder eine Geschwindigkeit eindrücken will,

gelegt werden muß. Wenn aber Hr. Reeb hinzusetzt, die Sollicitation sey die Einwirkung in diesem ersten Augenblicke, so ist dieß eine Bestimmung, welche sich aus der Leibnitzischen Bedeutung eingemischt hat. Denn nach Leibnitz war die Sollicitatio, nisus elementaris. Die Bedeutung, die Hr. Prof. Reeb dem Ausdrucke Sollicitation giebt, ist also weder im Kantischen noch im Leibnitzischen Sinne richtig. Nach der Meinung des Königsbergischen Weltweisen heißt Sollicitation die Würkung, oder die Einwürkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke (nicht, im ersten Augenblicke), ich mag nun den ersten, oder den tausendsten Augenblick wählen, in welchem die bewegende Kraft einem andern Körper ein Moment der Geschwindigkeit eindrückt. Gesetzt, daß ich die Schleuder mit dem darin liegenden Steine um einen Mittelpunkt schwänge, so muß es freilich einen Anfangsaugenblick geben, in welchem die Rotation dem Steine ein Moment der Geschwindigkeit eindrückt. Diese Einwürkung der Rotation auf den Stein in dem ersten Augenblicke ist natürlicher Weise, laut der Kantischen Definition, Sollicitation. Aber der Eindruck, den die Rotation auf den Stein im zehnten, oder hundertsten Augenblicke macht, ist ebenfalls, laut der Kantischen Definition, Sollicitation. Es kömmt hier nicht auf die Zahl, nicht darauf an, die wievielste Stelle in der Reihe der Augenblicke es sey, in welcher der Eindruck gemacht wird: sondern jede Einwürkung der bewegenden Kraft in jedem

Augenblicke, es sey nun der erste, oder der tausendste Augenblick, heißt Sollicitation. Wenn die Rotation der Schleuder auch eine ganze Stunde gedauert hätte, so müßte ich doch die Einwürkung auf den Stein in dem Augenblicke, der nach dieser Stunde folgt, ebenfalls Sollicitation nennen. Denn das Wesentliche der Sollicitation bestehet darin, daß sie a) Einwürkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper ist, die b) in einem Augenblicke erfolgt, so daß jeder Augenblick für sich allein betrachtet wird.

Da bei der Sollicitation von den bewegenden Kräften die Rede ist, die einem Körper ein Moment der Geschwindigkeit eindrücken, so muß noch die Anzeige bemerkt werden, welche Kräfte hier gemeint sind, und in welche von ihnen die Sollicitation hingelegt werden müsse. Aus den folgenden Worten der Kantischen Anmerkung erhellet, daß es zwei Kräfte sind, die hier in ihrem Verhältnisse gegen einander betrachtet werden, 1) die expansive (ausdehnende, zurückstoßende) Kraft, und 2) die Anziehungskraft. (§. 2. Num. 1.) Die zusammengedrückte Luft zum Beispiele, die ein Gewicht trägt, würkt durch ihre expansive Kraft auf das Gewicht, und setzt ihre Undurchdringlichkeit dem Gewichte entgegen, daß das Gewicht getragen werden kann. Das Gewicht hingegen würkt durch anziehende Kraft auf die Luft, und strebt die Luft ganz zu durchdringen oder zusammen zu drücken. Die Sollicitation

kann man daher weder der expansiven Kraft, noch der anziehenden Kraft ausschließungsweise beilegen, sondern jeder unter ihnen muß die Sollicitation zugeschrieben werden, in so fern sie in ihrer Einwürkung auf die andere Kraft, einem Augenblicke nach, betrachtet wird. Hier zeigt sich wieder ein Unterschied von der Leibnitzischen Bezeichnungsart. Denn nach dieser befand sich die Sollicitation, (d. h. der nisus elementaris, der erste von dem Umschwunge gewürkte, unendlich kleine Grad der Geschwindigkeit) blos und allein bei der in der Röhre umgeschwungenen Kugel. Nach Kant hingegen verrichtet die expansive Kraft, sowohl wie die Anziehungskraft, das Geschäft der Sollicitation, wie man auch selbst aus Kants eigentlicher Erklärung siehet, indem er von einer Sollicitation durch expansive Kraft, und von einer Sollicitation durch Anziehungskraft ausdrücklich redet.

Da aber nun die Sollicitation ein Handeln, ein Einwürken einer bewegenden Kraft auf einen Körper ist, so müssen wir auch auf den hervorgebrachten Effect sehen, weswegen wir jetzt zu der Lehre von der Acceleration fortschreiten.

§. 7.
Von der Acceleration oder der Beschleunigung.

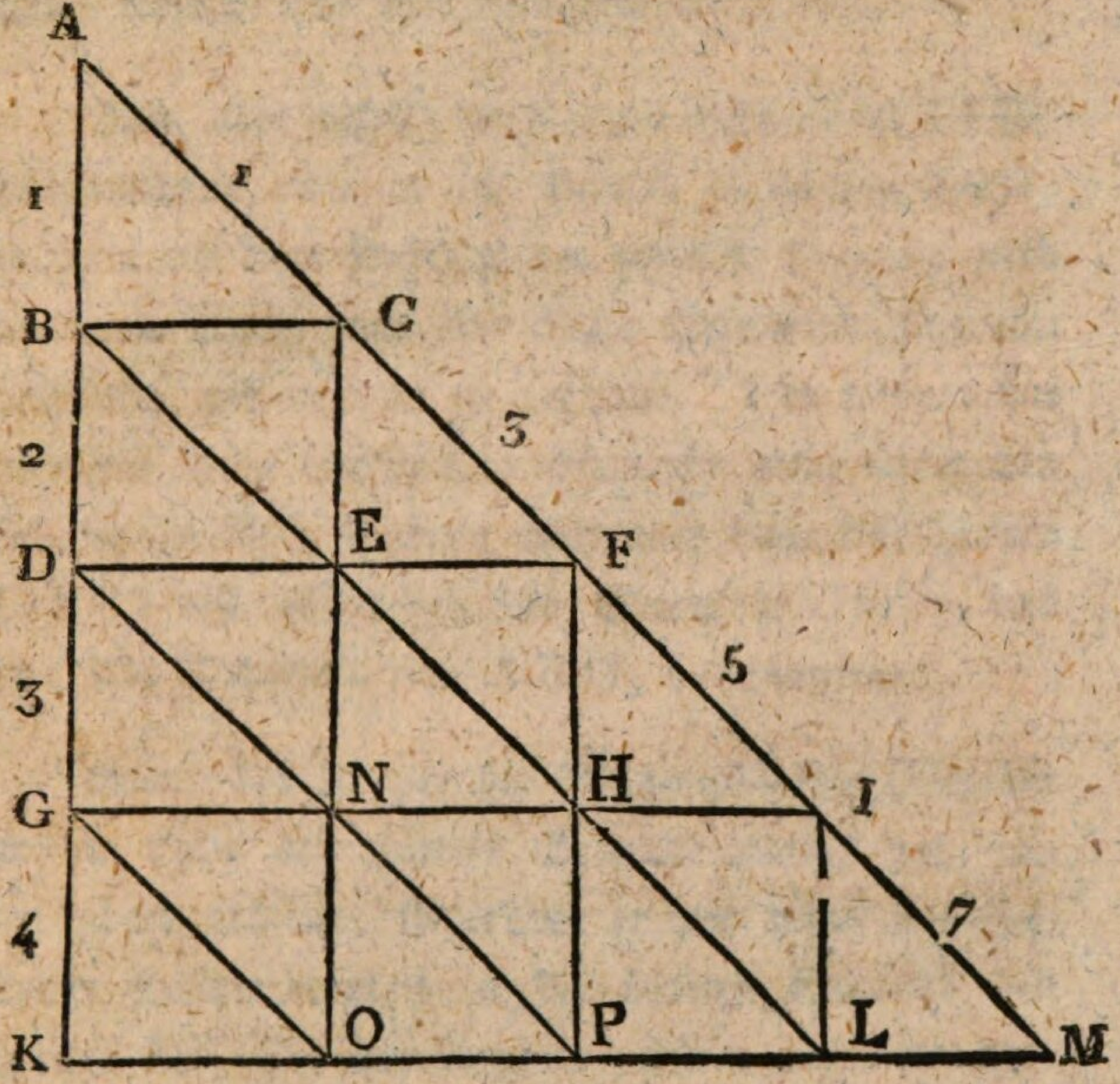
Die gewürkte Geschwindigkeit des Körpers durch die Sollicitation, sagt Kant, so fern sie in gleichem

Verhältnisse mit der Zeit wachsen kann, ist das Moment der Acceleration.

Um diese Erklärung desto besser zu verstehen, wollen wir uns aus §. 4. erinnern, daß die Geschwindigkeit erhalten werde, wenn man den Raum durch die Zeit dividirt; C ist $= \frac{S}{T}$. Daraus folgt, daß wir ein Recht haben, die Geschwindigkeit unter einer Linie uns vorzustellen, weil der Raum durch die Zeit gemessen wird, oder mit andern Worten, weil die Geschwindigkeit nichts anders ist, als der Raum, in sofern ich ihn in einer längern oder kürzern Zeit zurücklege. Die Geschwindigkeit läßt sich daher allerdings unter einer Linie vorstellen; denn auch sie wird nichts anders seyn, als eine Linie, in sofern ich sie in einer längern oder kürzern Zeit ziehe. Von diesem Satze wollen wir jetzt gleich Gebrauch machen, um zu sehen, was Acceleration sey.

In der beigefügten Figur sey AK die Zeit, die wir in vier gleiche Theile eintheilen. AB sey die erste, BD die zweite, DG die dritte, und GK die vierte Sekunde. Die Linie BC stelle die Geschwindigkeit vor, die ein Körper am Ende der ersten Sekunde besitzt. Weil $C = \frac{S}{T}$, und folglich $S = CT$, so wäre ABC der Raum, den der Körper in einer Secunde zurückgelegt hätte, wenn er von dem Punkte A aus mit einer gleich-

Figur zu Seite 50.



förmig wachsenden Geschwindigkeit sich bewegt hätte. Nähme nun die Geschwindigkeit, B C, die der Körper am Ende der ersten Secunde erlangt hat, nicht weiter zu, so würde er mit dieser Geschwindigkeit in der zweiten Secunde den Raum B C D E zurücklegen, welcher das Doppelte von A B C ist.

Nun aber behält der Körper nicht allein die Geschwindigkeit, die er im Punkte B erlangt hatte, sondern bei dem Anfange der zweiten Secunde wird ihm von neuem eben eine solche Geschwindigkeit eingedrückt, als wie in A geschahe. Der Körper hat also am Ende der zweiten Secunde nicht allein den Raum BCDE, sondern auch noch dazu den Raum C E F, also zusammen den Raum B C D F, das ist: das Dreifache von A B C, durchlaufen.

Wenn der Körper die Geschwindigkeit DF, die er am Ende der zweiten Secunde erlangt hat, unverändert erhielte, so würde er mit dieser beibehaltenen Geschwindigkeit in der dritten Secunde den Raum DFGH durchlaufen. Allein beim Anfange der dritten Secunde wird ihm von neuem eben die Geschwindigkeit wieder eingedrückt, als im Punkte A geschahe. Der Körper durchläuft also in der dritten Secunde den Raum DFGH+FHI, welches das Fünffache von ABC ist.

Würde der Körper, wenn er in G angelangt ist, mit der erlangten Geschwindigkeit GI in der vierten

Secunde sich fortbewegen, so würde er den Raum GIKL zurücklegen. Allein bey dem Anfange der vierten Secunde empfängt er von neuem eben eine solche Geschwindigkeit, als in dem Punkte A geschahe. In der vierten Secunde wird also der Raum GIKL + ILM = 7. ABC zurückgelegt.

Die Beschleunigung der Geschwindigkeit geschiehet also auf diese Weise, daß ein Körper, welchem am Ende einer jeden Secunde die erste Geschwindigkeit wieder von neuem eingedrückt wird,

in der ersten Secunde		1mal ABC
—	2ten —	3mal ABC
—	3ten —	5mal ABC
—	4ten —	7mal ABC

zurücklegt. Die Räume, die ein Körper, bey gleich großen Zeittheilen, mit beschleunigter Geschwindigkeit, durchläuft, verhalten sich also, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, u. s. w. Setzt man nun die Räume, welche ein Körper auf diese Weise durchlaufen hat, zusammen, so hat der Körper mit seiner Beschleunigung der Geschwindigkeit zurückgelegt:

in einer Secunde		1
– 2	Secunden	$3 + 1 = 4$
– 3	—	$5 + 3 + 1 = 9$
– 4	—	$7 + 5 + 3 + 1 = 16$

wie die Ansicht der Figur sogleich lehrt.

Es würde also ein Körper in 5 Secunden 25, in 6 Secunden 36, in 7 Secunden 49, und so immer weiter fort, zurücklegen. Aber 4, 9, 16, 25, 36, 49 sind die Quadrate der Zahlen, welche die Zeittheile ausdrücken. Folglich verhalten sich die zurückgelegten Räume, wie die Quadrate der Zeiten.

Hieraus wird man es sich nun leicht deutlich machen können, was unter der Beschleunigung verstanden werde. Die Bewegung wird beschleunigt, soll so viel heißen: ein Körper durchläuft immer in der folgenden Zeit einen größern Raum, als in der vorhergehenden eben so großen Zeit. *) Ueber das Gesetz, nach welchem die Acceleration erfolgt, kann man folgende sehr faßlich geschriebene Bücher nachlesen. Medicina Mentis, sive artis inveniendi præcepta generalia Edit. nova Lipsiæ. MDCXCV. in 4. Seite 132-135. Institutions physiques de Madame la Marquise du Chastelet, addressées à Mr. son Fils. Nouvelle edition, corrigée et augmentée considerablement par l'Auteur. Tome première. A Amsterdam. MDCCXLII. in 8. Seite 271-284. Die letztere Schrift ist besonders zum Nachlesen zu empfehlen.

---

*) Anfangsgründe der Naturlehre, entworfen von Johann Christian Polykarp Erxleben. 6te Auflage mit Verbesserungen und Zusätzen vom Hofrathe G. C. Lichtenberg. Göttingen 1794. Seite 44.

Aus der beigefügten Figur, an welcher wir uns bisher die Acceleration anschaulich zu machen suchten, erhellet ferner, daß keine Beschleunigung möglich seyn würde, wenn das Gesetz der Trägheit (§. 2. Num. 4.) nicht obwaltete. Denn damit der Körper den Raum BCDF zurücklegen könne, wird erfordert, daß er die Geschwindigkeit BC behalte, (das heißt, daß er in dem Zustande, den er in B erhielt, beharre) und daß ihm zu dieser schon erhaltenen Geschwindigkeit von neuem eine Geschwindigkeit eingedrückt werde, so wie es im Punkte A geschahe. Gleiche Bewandtniß hat es mit dem Körper, wenn er in D, in G, und K, tritt. Durch das Gesetz der Trägheit wird also die Beschleunigung erst möglich.

Nach diesen Erläuterungen können wir nun bestimmen, was unter dem Ausdrucke: Moment der Acceleration verstanden werden soll. Dem Körper wurde in A ein solcher Eindruck mitgetheilt, daß seine Geschwindigkeit, als er in B anlangte, = BC war. Aber eben diese Geschwindigkeit nimmt, da der Körper im Punkte B einen neuen Eindruck empfängt, so zu, daß sie, wenn der Körper in D angelangt ist, zu DF wird. Und so wird die Geschwindigkeit am Ende der dritten Secunde zu GI, und am Ende der vierten Secunde zu KM. Da nun das Moment der Acceleration die gewürkte Geschwindigkeit seyn soll, sofern sie in gleichem

Verhältnisse mit der Zeit wachsen kann, so wird durch die Linie BC das erste Moment,

—— — Linie EF — 2te ——

—— — —— HI — 3te ——

—— — —— LM — 4te ——

der Acceleration ausgedrückt. Diese Geschwindigkeit = BC wächst also in gleichem Verhältnisse wie die Zeit wächst. Denn am Ende der ersten Secunde ist die Geschwindigkeit BC nur einmal, am Ende der 2ten Secunde zweimal, am Ende der dritten Secunde dreimal, am Ende der vierten Secunde viermal da, wie der bloße Anblick der Figur sogleich lehren kann. Denn

DF ist = 2. BC
GI ist = 3. BC
KM ist = 4. BC, und so ins Unendliche fort.

Um den Begriff, was Moment der Acceleration sagen will, recht aufzufassen, muß man also folgende Erfordernisse, die dazu gehören, bemerken.

1) Das Moment der Acceleration setzt allemal die Sollicitation voraus. Denn das Erstere ist gewürkte Geschwindigkeit, bezieht sich also auf eine würkende Ursache. Wenn eine Kraft auf einen Körper würkt, so daß eine Geschwindigkeit hervorgebracht wird, so heißt diese Einwürkung der Kraft, die in einem Augenblicke geschiehet, Sollicitation; und die durch die Sol-

licitation gewürkte Geschwindigkeit heißt Moment der Acceleration.

2) So oft die Sollicitation geschiehet, das heißt, so oft eine Kraft auf einen Körper einen Eindruck macht, so oft entstehet wieder eine eben so große Geschwindigkeit, als die erste war. Wenn der Körper in B angelangt ist, und nun die Geschwindigkeit BC hat, so macht die Kraft in einem Augenblicke wieder einen solchen Eindruck, als in A geschahe, und die gewürkte Geschwindigkeit, die in der zweiten Secunde hinzukömmt, EF ist = BC = HI = LM. Also ist ein Moment der Acceleration dem andern gleich.

3) Zum Momente der Acceleration gehört, daß man es nicht allein für sich betrachtet, sondern zugleich dabey Rücksicht darauf nimmt, wie die gewürkte Geschwindigkeit in gleichem Verhältnisse mit der Zeit wachsen kann. Die Geschwindigkeit BC ist am Ende der 2ten Secunde = DF = 2. BC, und am Ende der 3ten Secunde = GI = 3. BC und so ferner. Ein Moment der Acceleration nennet man also eine jede gewürkte Geschwindigkeit, in sofern sie im zweiten gleich großen Zeittheile zweifach, im dritten gleich großen Zeittheile dreifach u. s. w. werden kann. Von jedem Momente müssen

wie dieses behaupten. Man nehme in unsrer Figur an, daß die Kraft, welche auf einen Körper würkt, bey C anfienge; so würde der Körper im Punkte E die Geschwindigkeit EF haben, und am Ende des zweiten Zeittheils, nämlich in N, würde er die Geschwindigkeit NI = DF haben. Folglich würde die Geschwindigkeit EF ebenfalls am Ende des zweiten Zeittheils zweifach, am Ende des dritten Zeittheils dreifach, und so immer in gleichem Verhältnisse mit der Zeit vierfach, fünffach u. s. w. werden. Dieses Wachsen der Geschwindigkeit gilt also auch von HI, von LM, und überhaupt von jeder durch die Sollicitation in einem Augenblicke gewürkten Geschwindigkeit, das heißt von jedem Momente der Acceleration. Also ist, wie Kant lehrte, das Moment der Acceleration (z. B. BC oder EF, oder HI, oder LM und so ferner) die durch die Sollicitation gewürkte Geschwindigkeit, *sofern sie in gleichem Verhältnisse mit der Zeit wachsen kann.*

4) Weil die Räume, die ein Körper mit einer gleichförmig beschleunigten Geschwindigkeit in jedem gleich großen Zeittheile zurücklegt, sich wie 1, 3, 5, 7 und s. f. verhalten, weil daher die in 1, 2, 3, 4 Secunden durchlaufenen Räume, wie 1, 4, 9, 16 (das heißt, wie die Quadrate der Zeiten) sich verhalten, so kann man ein Moment der Accele-

ration auch so definiren: es ist eine durch die Sollicitation gewürkte Geschwindigkeit, die so wachsen kann, daß die dadurch zurückgelegten Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten.

5) Das Wort Moment bedeutet also, wenn es von der Acceleration gebraucht wird, etwas ganz andres, als wenn es in der Statik bey der Lehre vom Hebel gebraucht wird. In der Statik bedeutet ein Moment das Produkt des Gewichts in seine Entfernung vom Mittelpunkte des Hebels. Ein Pfund in der Entfernung vom Mittelpunkte = 3, hält drey Pfunden, deren Entfernung vom Mittelpunkte = 1 ist, das Gleichgewicht. Also

1 ℔ multiplicirt mit 3 Entfernung } = { 3 ℔ multiplicirt mit 1 Entfernung.

Unter dem Momente der Acceleration hingegen verstehet man eine Geschwindigkeit, in so fern sie in einem Augenblicke gewürkt ist, und in so fern sie so betrachtet wird, daß bei ihrem Wachsthume die zurückgelegten Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten.

Ohne mein Erinnern ist es jedem bekannt, daß der Ausdruck Moment, aus dem Lateinischen momentum entstanden ist, welches sowohl einen Augenblick (momentum temporis), als auch dasjenige bedeuten kann, welches einem Gewichte das

Gleichgewicht (momenta sunt patria) oder den Ausschlag ertheilen kann. Dieser Ausdruck passet daher, wenn man auf seinen Ursprung siehet, für die Lehre von der Geschwindigkeit eben so gut, als für die Lehre von der Statik; und die Schriftsteller, die über Geschwindigkeit und Zeit, oder über die Gesetze der Schwere und des Hebels schrieben, hatten gleiches Recht, diesen Ausdruck in dem ihnen einheimischen Sinne zu gebrauchen.

§. 8.

Beweis des Satzes, daß das Moment der Acceleration eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten müsse.

Bisher haben wir, um uns die Sache desto leichter vorzustellen, angenommen, daß die bewegende Kraft nach dem Ende eines größern Zeittheils auf einen Körper einen Eindruck machte. Jedesmal, wenn eine Secunde vorbei war, würkte die Kraft in einem Augenblicke auf den Körper, und dann, wenn wieder eine Secunde vorbei war, würkte die Kraft die nämliche Geschwindigkeit. Allein wir müssen die Sache noch genauer nehmen, und deswegen bemerken, daß die Sollicitation nicht erst nach geschehener Einwürkung eine ganze Secunde ruhe, bis sie ihre Einwürkung wiederhohle, und dann wieder eine Secunde unthätig bleibe; sondern mit der Sollicitation habe es vielmehr diese Bewandt-

niß, daß die Einwürkung in einem Augenblicke und dann unaufhörlich fort, ohne Zwischenraum der Ruhe, in jedem Augenblicke vor sich gehe.

Aus §. 1. wissen wir, daß der Raum, so wie die Zeit, ins Unendliche theilbar sey. Und wenn man bei einer gegebenen Linie, oder bei einer gegebenen Zeit noch so viele Theile machen wollte, so erhielte man von neuem Theile, die immer wieder Raum oder Zeit sind. Hätte man also eine gegebene Zeit, zum Beispiele eine Secunde, in hunderttausend Theile eingetheilt, so wären doch alle diese hunderttausend Theile von der Art, daß jeder von ihnen wieder eine Zeit enthielte, die wieder, so wie vorhin, getheilet werden könnte. Augenblicke sind nun keine Theile, sondern nur die Grenzen, zwischen welchen die Zeittheile eingeschlossen sich finden. Läßt sich aber eine gegebene Zeit, z. B. eine Secunde, ins Unendliche theilen, so folgt, daß die Zahl der Augenblicke (die Zahl der Grenzen der Zeittheile) unübersehbar ist. Wollten wir auch hunderttausend Augenblicke für eine Secunde annehmen, so dürften wir, da eine Secunde ins Unendliche theilbar ist, doch nicht sagen, daß in einer Secunde nur hunderttausend Augenblicke Statt fänden; die Eintheilung eines Zeittheils, und also auch die Menge der Augenblicke, läßt sich gar nicht messen. Wenn ich auch noch so viele Augenblicke für eine Secunde angenom-

men hätte, so könnte ich doch dabei nicht stille stehen, indem ich bei der, auch noch so lange fortgesetzten Eintheilung der Zeit, auf keinen Zeittheil kommen kann, der schlechterdings einfach wäre, und sich nicht weiter theilen ließe. Wenn wir diese unläugbaren Sätze auf unsern jetzigen Fall anwenden, so ergiebt sich daraus, daß ein Körper, der mit Acceleration sich bewegt, in einer gegebenen Zeit, (z. B. in einer Secunde) eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, so bald das Moment der Acceleration mit einer bestimmten Geschwindigkeit ausgedrückt wird. Dies erhellet auf folgende Weise. Bei der Acceleration wächst, wie wir schon aus §. 7. wissen, die Geschwindigkeit so sehr, daß die durchlaufenen Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten. Hätte nun ein Körper durch die Einwürkung der bewegenden Kraft eine solche Geschwindigkeit erhalten, daß er im ersten Augenblicke einen Fuß liefe, so würde er in hunderttausend Augenblicken das Quadrat von 100,000 = 10,000,000000 (d. i. einen Raum von zehntausend Millionen Fuß) zurückgelegt haben. Aber nun kommen auf eine Secunde nicht zehntausend oder hunderttausend Augenblicke, sondern die Menge der Augenblicke ist von der Art, daß sie gar nicht angegeben, mit gar keinem Maaße bestimmt werden kann. Folglich würde auch noch vielmehr die Geschwindigkeit in einer Secunde bei der Acceleration so groß werden, daß keine Zahl groß genug wäre, ihr Maaß auszudrü-

cken. Die Geschwindigkeit würde also eine unendliche Geschwindigkeit werden, da ja schon die Zahl der Augenblicke, die in einer Secunde Statt finden, nicht mehr gemessen werden kann, und da also die Quadrate der Zeiten etwas noch Größeres enthalten, was noch weniger gemessen werden kann. Aber eine unendliche Geschwindigkeit in einer gegebenen (d. h. endlichen) Zeit anzunehmen, wäre ein offenbarer Widerspruch. Soll diese Ungereimtheit vermieden werden, so ist es schlechterdings nothwendig, daß das Moment der Acceleration eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalte. Denn sobald man eine gegebene, das heißt eine endliche, Geschwindigkeit für das Moment der Acceleration setzt, so bald man die Geschwindigkeit mit einer Zahl ausdrückt, und, weil $C = \frac{S}{T}$, daher sagt, daß die eingedrückte Geschwindigkeit in einem Augenblicke einen Fuß $\left(= \frac{1 \text{ Fuß}}{1 \text{ Augenblick}}\right)$ durchliefe: so hätten wir schon im 2ten Augenblicke eine Geschwindigkeit $= \frac{4 \text{ Fuß}}{2 \text{ Augenblicke}}$, im dritten Augenblicke $= \frac{9}{3}$ und so ins Unendliche fort. Daraus würde für die unzählbaren Augenblicke, die eine Secunde als Zeit in sich fasset, eine Geschwindigkeit erwachsen, die gar nicht mehr gemessen werden könnte, die also unendlich wäre. Dieser Widerspruch kann gar nicht anders vermieden werden, als nur dann, wenn das Moment der Acceleration eine Geschwindigkeit enthält,

die kleiner ist, als jede noch so kleine anzugebende Zahl. Die Geschwindigkeit, welche durch die Sollicitation gewürkt wird, darf nicht durch 1, nicht durch $\frac{1}{1000}$, nicht durch $\frac{1}{10000}$, und eben so wenig durch jede andre noch so kleine Zahl ausgedruckt werden. Sagte ich nur, daß der tausendste Theil eines Zolles von dem Körper in einem Augenblicke durchlaufen wäre, bestimmte ich den durchlaufenen Raum, so wie die darauf verwandte Zeit, mit einer noch so kleinen Zahl; so würde nach dem Gesetze der Acceleration dennoch die Geschwindigkeit so sehr wachsen, daß sie in einer gegebenen Zeit (z. B. in einer Secunde) unendlich würde. Die Geschwindigkeit, die in einem Augenblicke eingedruckt wird, und die nach dem Gesetze der Beschleunigung wächst, darf also nicht groß, ja nicht einmal klein seyn, und überhaupt kann diese Geschwindigkeit keine endliche Größe enthalten. Da also eine jede noch so kleine angegebene Geschwindigkeit bei der Acceleration in einer gegebenen Zeit zu einer unendlichen Geschwindigkeit anwachsen würde (welches ein Widerspruch ist), und da doch die durch die Sollicitation gewürkte Geschwindigkeit etwas seyn muß, so bleibt nichts anders übrig, als daß die in einem Augenblicke eingedrückte Geschwindigkeit unendlich klein seyn müsse. Unendlich klein heißt nämlich, kleiner als jede Zahl, die man angeben kann, und eine un-

endlich kleine Geschwindigkeit würde die seyn, die wenig oder nichts von der Ruhe unterschieden wäre. Endlich heißt jede Zahl, die man angeben kann. Eine endliche Geschwindigkeit ist vorhanden, sobald man den zurückgelegten Raum, und die darauf verwandte Zeit mit einer Zahl bestimmen kann, sollte die bezeichnende Zahl auch noch so klein seyn. Legte ein Körper den Raum von einer Meile, oder von 1 Fuße in tausend Jahren zurück, so wäre die Geschwindigkeit zwar sehr gering und unbedeutend, aber es bliebe doch eine endliche Geschwindigkeit.

Die Sache stehet nun so. Sobald von Acceleration der Bewegung die Rede ist, sobald entsteht auch die Folge, daß auf jeden Fall, wenn man die durch die Sollicitation gewürkte Geschwindigkeit endlich annimmt, der Körper in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde. Dies ist aber eine Unmöglichkeit. Folglich muß die Geschwindigkeit, die durch die Sollicitation gewürkt wird, von der Art seyn, daß jene Unmöglichkeit nicht Statt findet. Nun wird blos unter einer Bedingung der Widerspruch (nämlich eine unendliche Geschwindigkeit in einer gegebenen Zeit) vermieden. Diese eine Bedingung ist die, daß die durch die Sollicitation gewürkte Geschwindigkeit unendlich klein, das heißt, kleiner als jede Zahl ist, die man angeben kann. Denn wenn nun bei einem solchen Momente der Acceleration die

Geschwindigkeit auch wächst, so wächst sie nur um eine unendlich kleine Geschwindigkeit, und folglich entstehet auch keine unendliche Geschwindigkeit für eine gegebene Zeit. Weil die Untersuchungen über die Geschwindigkeit auf den Begriff des Unendlichen hinführen, ohne welchen, was endlich, und was unendlich klein ist, nicht genau genug gezeigt werden kann, so müssen wir hier noch besonders anzeigen, welche Begriffe jenen Ausdrücken zum Grunde liegen.

„Der wahre (transscendentale) Begriff der Un„endlichkeit ist, daß die successive Synthesis der „Einheit in Durchmessung eines Quantum nie„mals vollendet seyn kann.“ Kants Critik der „reinen Vernunft. Seite 460. Riga 1790.

Daß diese Kantische Bezeichnung der Unendlichkeit die genaueste und beste sey, welche darüber gegeben worden ist, kann man gleich daraus sehen, wenn man nur den Begriff Ewigkeit in eine genauere Prüfung ziehen will. Ewigkeit ist eine unendliche Dauer, das heißt, wenn man auch noch so viele Jahrhunderte oder Jahrtausende zu einander hinzufügen wollte, so würde man dennoch noch keine Ewigkeit haben. Gehe ich von dem Zeitpunkte, worin ich jetzt stehe, rückwärts in die Vergangenheit zurück, und häufe ich, so viele Jahrhunderte ich will, auf einander, so entstehet daraus keine Ewig-

keit. Denn wenn ich auch Billionen und Trillionen Jahre zurückgeschritten bin, so zeigt sich mir noch kein Anfang der Dauer, sondern diese unendliche Dauer, die ich Ewigkeit nenne, ist größer als jede Zahl, die ich anzugeben vermag. Gleiche Bewandtniß hat es mit der Ewigkeit, wenn ich auf die künftige Dauer hinsehe. Auch hier kann ich nie bis zur letzten Grenze fortschreiten, sondern wenn ich auch Septillionen von Jahrtausenden in meinen Gedanken habe verfließen lassen, so bin ich von der Möglichkeit, die unendliche Dauer auszumessen, noch eben so weit entfernt, als Anfangs, wie auf mein Geheiß die Jahrtausende und ihre Septillionen in meinen Gedanken hinter einander fortrollten.

Ich häufe ungeheure Zahlen,
Gebürge Millionen auf;
Ich wälze Zeit auf Zeit, und Welt und Welt zu Hauf;
Und wenn ich, von der grausen Höhe,
Mit Schwindeln wieder nach dir sehe,
Ist alle Macht der Zahl, vermehrt mit tausend Malen,
Noch nicht ein Theil von dir;
Ich zieh sie ab, und du liegst ganz vor mir.

Haller.

So spricht der Dichter, so spricht der Philosoph, so auch der Mathematiker, zum Beweise, daß das,

was man unter einer unendlichen Dauer versteht, bei jeder Richtung und Anwendung der Denkkraft immer den nämlichen Gehalt in sich schließe. Wir können folglich an diesem Beispiele am besten sehen, was das eigentlich sagen wolle, wenn man von einer Unendlichkeit redet. Bei der unendlichen Dauer kömmt es nicht darauf an, was ich für ein Maaß, was ich für eine Einheit gebrauchen will. Ich kann ein Jahr, ich kann aber auch ein Seculum, oder auch eine Million von Jahrhunderten und Jahrtausenden zur Einheit wählen. In jedem Falle, die Einheit mag seyn wie sie will, bleibt es gleich unmöglich, mit der Durchmessung der Ewigkeit zu Ende zu kommen. Wenn ich auch die Septillion von Jahrtausenden zur Einheit machte, und dieses Maaß oder diese Einheit so lange, als man nur will, zu einander hinzusetzte: so setzte mich diese so lange fortgesetzte successive Synthesis der Einheit dennoch nicht in den Stand, die Durchmessung der Ewigkeit vollenden zu können. Und wenn ich die successive Synthesis der Jahrtausende noch so lange verrichtet hätte, so ist die Ewigkeit dennoch größer, als jede Zahl, die ich anzugeben vermag, so daß ich also mit meiner successiven Synthesis nie zu Ende kommen kann. Die unendliche Dauer ist folglich dadurch eine unendliche Dauer, daß die successive Synthesis der Einheit (des Jahrs oder des Jahrtausends, oder der Septillion von Jahrtausenden) in Durchmessung der Ewigkeit niemals vollendet

seyn kann. Bei der Unendlichkeit und bei dem Begriffe derselben ist also das Verhältniß die Hauptsache, in welchem die genommene Einheit zu dem Ganzen stehet. Unendlich heißt, wie wir in dem einzelnen Beispiele der Ewigkeit sahen, dasjenige, dessen Durchmessung durch keine successive Synthesis der Einheit jemals vollendet seyn kann. In Ansehung der Einheit, die gewählt wird, ist das Unendliche größer, als alle Zahl.

Eine unendliche Geschwindigkeit bedeutet folglich eine solche Geschwindigkeit, die größer ist, als alle Zahl. Oder mit andern Worten, sie ist von der Art, daß die successive Synthesis der Einheit in Durchmessung ihres Quantum nie vollendet seyn kann. Daraus ergiebt sich die Bestätigung dessen, was oben von der endlichen Geschwindigkeit gesagt wurde. Jede Geschwindigkeit, die ich mit Zahlen angeben kann, oder die ich mit einer gewählten Einheit durchmessen kann, muß endlich heißen.

Wenn man nun den Ausdruck, unendlich kleine Geschwindigkeit, gebraucht, so ist offenbar, daß dasjenige, was zu dem Begriffe des Unendlichen gehört, unverändert bleiben müsse. Die Hauptsache bei dem Begriffe des Unendlichen kömmt darauf an, daß die Durchmessung nie vollendet seyn, nie zu Ende gebracht werden kann. Wenn man nur sagt, unendlich klein, so will man dadurch an-

deuten, daß jede noch so lange fortgesetzte Durchmessung nicht im Stande sey, uns etwas zu liefern, was so klein sey, wie das Unendlich-Kleine ist. Unter dem Unendlich-Kleinen versteht man also dasjenige, was kleiner ist, als jede Zahl, die man angeben kann. Bei dem Unendlich-Großen hört die successive Synthesis der Einheit nie auf, und so muß bei dem Gegentheile desselben, nämlich bei dem Unendlich-Kleinen, auch das Gegentheil Statt finden, daß die successive Zertheilung der Einheit nie so weit fortgesetzt werden kann, um sagen zu können, daß wir nun das Absolut-Kleinste gefunden hätten. Die successive Theilung, und also die Durchmessung, kann nie zu Ende kommen. Jede Zahl, die ich angeben kann, ist also noch immer größer, als das Unendlich-Kleine.

Ich habe es für nöthig gefunden, diese kurze Erörterung der Begriffe: unendlich, endlich, unendlich klein, hier einzuschalten, weil ich finde, daß selbst Philosophen, denen man den Ruhm des Scharfsinns nicht absprechen kann, bey der Bestimmung dieser Begriffe nicht von allem Irrthume frey geblieben sind. Reimarus (vornehmste Wahrheiten der natürlichen Religion. Vierte Auflage 1772) sagt §. 8. „Es kann nichts „eigentlich unendlich seyn und heißen, als dasjenige, „dem nichts in seiner Art weiter kann hinzugefügt „werden. Folglich ist alles dasjenige in der That „endlich, oder eingeschränkt, dem sich noch ferner

„etwas hinzusetzen, oder das sich vermehren läßt.“ Daß diese Definition des Unendlichen nicht gut angenommen werden könne, siehet man schon daraus, weil sie nicht auf die Ewigkeit paßt. Nach der Angabe des seel. Reimarus müßte die unendliche Dauer so beschaffen seyn, daß ihr in ihrer Art nichts weiter hinzugefüget werden könnte. Dieß hieße dann so viel, als wenn die unendliche Dauer (die Ewigkeit) jetzt schon als etwas Vollendetes da wäre, und ihr nichts weiter hinzugefügt werden könnte. Allein ich frage jeden, ob er sich nicht die Dauer überhaupt, und so auch die unendliche Dauer als etwas Successives vorstelle. Gott ist ewig, heißt auch nach der Bibel: er war da, ehe die Berge geschaffen wurden; und er wird auch dann noch vorhanden seyn, wenn keines der lebenden Geschöpfe mehr da ist. Ewig ist also der, der immer vorhanden ist, und immer vorhanden gewesen ist, und immer ohne Aufhören vorhanden seyn wird. Eine unendliche Dauer kann also nicht diejenige heißen, welcher nichts weiter in ihrer Art hinzugesetzt werden kann; denn die unendliche Dauer ist niemals ganz abgeflossen, sondern man muß sich vielmehr die Ewigkeit als eine solche Dauer vorstellen, die nie aufhört, zu deren Ende, und zu deren absolut-letzter Grenze man niemals kommen kann. Dieß ist gerade so, wie Kant das Unendliche erklärt hat. Die Definition des Reimarus paßt also gar nicht auf die unendliche Dauer, und dieß ist Beweises genug, daß sie sich nicht rechtfertigen lasse, indem

sie gegen die Regel einer guten Definition zu enge befunden wird. Dieß ist mir hier hinlänglich, da ich in Ansehung des Begriffes: unendlich, nur so viel beibringen will, als das gegenwärtige Bedürfniß erfordert.

Seite 15 beruft sich Reimarus in einer Note auf eine Stelle des Herrn von Leibnitz, Theodicée. Disc. préliminaire §. 70., welche sagen soll, daß die Begriffe unendlich groß, unendlich klein, nur Erdichtungen und Einbildungen der Mathematiker wären. Ich will die Stelle selbst nach der Gottschedischen Uebersetzung meinen Lesern vorlegen. „Eben „so verwirrt man sich mit den Reihen der ohne Ende „fortgehenden Zahlen. Man bildet sich zwar ein letz„tes Ziel, eine unendlich große, oder unendlich klei„ne Zahl ein: allein das sind alles nur Erdichtun„gen. Eine jede Zahl ist endlich, und kann ange„geben werden, wie auch eine jede Linie (?): und „unendlich große oder kleine Größen bedeuten nichts „anders, als solche, die man so groß und so klein „annehmen kann, als man nur will; um zu zeigen, „daß der Fehler geringer sey, als derjenige, den „man angegeben, das ist, daß gar kein Fehler vor„handen sey. Oder man versteht durch das Unend„lich-Kleine den Stand der Verschwindung, oder des „Anfangs einer Größe, die nach dem Muster schon „formirter Größen vorgestellt wird.“

Der seel. Reimarus will aus dieser Stelle den Vortheil ziehen, als wenn selbst nach dem Geständnisse des Herrn von Leibnitz die Vorstellungen, unendlich groß, unendlich klein, nur Einbildungen, nur leere Erdichtungen der Mathematiker wären, und daß man daher besser thäte, sie aus dem Bezirke philosophischer Betrachtungen ganz wegzulassen. Wenn man nun dem Reimarus seine Forderung ganz einräumen wollte, so bliebe ja doch hier, wo das mechanische Gesetz der Stetigkeit in Erwägung gezogen wird, die Beihülfe mathematischer Bezeichnungen unentbehrlich. Aber selbst die ganze Behauptung des seel. Reimarus fällt über den Haufen, wenn man die Leibnitzische Stelle näher betrachten will. Leibnitz hatte es mit Bayle zu thun, welcher den Satz durchführen wollte, daß etwas nach der Vernunft unbegreiflich, ja widersprechend, und dennoch nach der Offenbarung ganz wohl wahr seyn könne, die Offenbarung könne Wahrheiten enthalten, die auch dann noch wahr blieben, wenn die Vernunft unbeantwortliche Einwürfe dagegen aufzuweisen hätte. Leibnitz sagte dagegen, daß wider die Wahrheit unmöglich ein unüberwindlicher Einwurf Statt habe. Bayle hatte sich auf Cartesens Principia berufen, in welchen dieser letztere Philosoph zu gestehen scheine, daß wir auf die Schwierigkeiten bey der unendlichen Zertheilung der Materie, die doch wahr sey, unmöglich antworten könnten. Dagegen sagt Leibnitz, daß diese Einwür-

se verschwänden, wenn man sich nur die Mühe geben wollte, die Einwürfe in gehörige Form zu bringen. Dann würde man sehen, daß entweder Fehler in der Folgerung, oder bisweilen ganz falsche Sätze vorhanden wären, die eine Verwirrung verursachten. Dieß zeigt Leibnitz bey dem Einwurfe, der gegen die unendliche Theilung einer Linie vorgebracht war. Eben diese Bewandtniß, fährt Leibnitz fort, habe es mit den Reihen der ohne Ende fortgehenden Zahlen. „Man bildet sich zwar ein „letztes Ziel, eine unendlich große, oder unendlich „kleine Zahl ein, allein das sind alles nur Erdich„tungen." Hier fragt sich's: wessen Einbildungen? Reimarus meint, der Mathematiker Einbildungen! Allein nach den vorigen Worten und Beispielen des Leibnitzischen Textes muß man diese Worte vielmehr so verstehen: dieß sind Einbildungen und Erdichtungen derjenigen, welche glauben, gegen die Reihen der ohne Ende fortgehenden Zahlen unüberwindliche Einwürfe vorbringen zu können. Sie setzen nämlich voraus: wenn man Reihen der ohne Ende fortgehenden Zahlen annehme, so sey dieß eben so viel, als wenn man ein letztes Ziel,— entweder eine unendlich große, oder unendlich kleine Zahl — annehme, dem sich diese Reihen immer mehr näherten. Aber eine Zahl, (d. h. endlich) seyn, und doch dabey eine unendliche Zahl, eine unendlich große oder unendlich kleine Zahl seyn, ist ja doch ein Widerspruch! Folglich giebt es unüberwind-

liche Einwürfe gegen dasjenige, was Wahrheit ist. — Leibnitz bestreitet diese Folgerung dadurch, daß er diesen Gegnern ihre Verwirrung vorwirft, indem sie sich ein letztes Ziel einbildeten, was sie sich so vorstellten, als wenn es erreicht sey, oder erreicht werden könnte. Und dieß vorgespiegelte letzte Ziel dächten sie sich unter der unendlich großen oder unendlich kleinen Zahl. Das sey freilich ein Widerspruch; aber das bestehe nur in ihrer Erdichtung. Leibnitz lehrt also, daß man nie ein letztes Ziel finden könne. Dieß ist gerade wieder eben dasselbe, was Kant sagte, daß die Durchmessung nie vollendet seyn kann. Wenn nun die Mathematiker von unendlich großen oder unendlich kleinen Größen reden, so wollen sie damit nicht sagen, daß sie das Unendliche angeben könnten, oder das letzte Ziel als eine Zahl bestimmen könnten (denn das Unendliche kann nie mit dem Gegebenen, oder mit einer endlichen Zahl einerley seyn); sondern sie wollen damit nur lehren, daß die successive Synthesis oder die Analysis einer Einheit bei Durchmessung eines Quantum nie vollendet seyn kann, und daß man also etwas annehmen müsse, was entweder größer oder kleiner als jede Zahl ist, die sich angeben läßt. Unendlich große, unendlich kleine Größen sind daher keine erdichtete, irrige, eingebildete Begriffe, sondern solche Vorstellungen, die mit der Wahrheit der Mathematik übereinstimmen. Wer aber in diese Vorstellungen etwas Falsches hineinträgt; wer, zum Beispiele, unendliche Größe mit

einer unendlichen Zahl verwechselt; wer unter einer unendlichen Größe ein letztes Ziel denkt, welches sich in einer Zahl angeben lasse; und wer dann gegen die Reihen der ohne Ende fortgehenden Zahlen einen unüberwindlichen Einwurf vorgebracht zu haben glaubt, weil eine Zahl niemals unendlich seyn könne, der macht sich Einbildungen, und dessen Einwurf ist ungültig, weil ganz falsche Sätze hineingetragen werden.

Die angeführten Worte des Herrn von Leibnitz müssen also ganz anders verstanden werden, als der seel. Reimarus sie verstanden hat, und dem zufolge enthalten die Vorstellungen, unendlich groß, unendlich klein, nichts Irriges, oder Erdichtetes, oder Eingebildetes. Leibnitz redet von den Einbildungen derjenigen, welche glauben, daß das Unendliche sein gewisses und letztes Ziel habe, da doch vielmehr das Unendliche von der Art ist, daß man nie zum letzten Ziele, nie bis zur letzten Grenze gelangen kann. Das Unendliche ist daher, auch nach dem Leibnitzischen Sinne, dasjenige, was entweder größer oder kleiner, als jede Zahl ist, die sich angeben lässet. Wer gegen diese offenbaren Behauptungen der Mathematiker das Unendliche in ein gewisses letztes Ziel verwandelt, und dann darin einen Widerspruch mit dem Begriffe einer Zahl zu finden glaubt, der verwirret sich mit seinen eigenen Erdichtungen, und sein vorgeblicher unüberwindlicher Einwurf beruhet auf einer Einbildung, die nur von seiner eigenen Täuschung herkommt.

Auch der Philosoph kann daher die Begriffe und Ausdrücke: unendlich groß, unendlich klein gebrauchen, und wenn er den Begriff unendlich erklären soll, so muß er es auf eben die Art thun, wie Kants Definition es gezeigt hat.

Ueber den Begriff des Unendlichen kann man folgende Schriften mit einander vergleichen: Wolfii Ontologia §. 796-§. 805. §. 814. 823. 824. Reimarus vornehmste Wahrheiten der natürlichen Religion. 1. Abhandl. §. 6-9. Kästners Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie. Fünfte Auflage 1792. Seite 212, 213, 294 und 295. Giordano Bruno Nolano de l'infinito, universo et Mondi. Stampato in Venetia. Anno MDLXXXIIII. Welchen Gebrauch Cartesius von diesem Begriffe für die natürliche Theologie machte, siehet man am deutlichsten aus Fenelons Demonstration de l'existence de Dieu. Seconde Partie Chap. I. §. 18-21.

§. 9.

„Die Sollicitation der Materie durch expansive „Kraft, (z. B. einer zusammengedrückten Luft, „die ein Gewicht trägt) geschieht jederzeit mit ei„ner endlichen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit „aber, die dadurch einem andern Körper einge„drückt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich

„klein seyn: denn jene ist nur eine Flächenkraft, „oder, welches einerlei ist, die Bewegung eines un„endlich kleinen Quantum von Materie, die folg„lich mit endlicher Geschwindigkeit geschehen muß, „um der Bewegung eines Körpers von endlicher „Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, (ei„nem Gewichte) gleich zu seyn.“

Um diese Kantischen Worte besser zu verstehen, muß man sich folgende drey Punkte im voraus deutlich vorstellen. 1) Was bey Kant Flächenkraft heiße? Seite 64. „Eine bewegende Kraft, dadurch Materien nur „in der gemeinschaftlichen Fläche der Berührung un„mittelbar auf einander würken können, nenne ich „eine Flächenkraft.“ Die expansive Kraft (oder die Zurückstoßungskraft), vermittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, ist eine bloße Flächenkraft, weil die repulsive Kraft keine entferntere Theile bewegen kann, ohne vermittelst der dazwischen liegenden. Die Theile, die einander zurückstoßen sollen, müssen einander unmittelbar berühren und begrenzen. Wenn nun die expansive Kraft ein Quantum von Materie, oder eine Masse in Bewegung setzt, um eine andere Masse zurückzustoßen, so berührt nicht die ganze Masse den andern Körper, sondern es sind nur einige Theile der Materie, durch welche die expansive Kraft den Widerstand leistet. Wir wollen uns den Fall so denken. Vermöge der Anziehungskraft (der Schwere) würde ein Stein unaufhörlich immer fallen, bis er an den

Mittelpunkt der Schwere gelangte. Vermittelst der Anziehungskraft nimmt also eine Materie (z. B. ein Stein) den ganzen Raum ein, der von einem gegebenen Punkte bis zum Centrum der Schwere sich befindet, ohne doch diesen Raum zu erfüllen. Die Anziehungskraft ist daher eine durchdringende Kraft. Der Stein würde vermittelst dieser Anziehungskraft immer weiter fortdringen, bis er das Centrum erreichte. Aber warum fällt der Stein, der auf meinem Acker liegt, nicht bis zum Centrum der Erde hin? Ein kleiner Theil der Erde, auf dem er liegt, hält ihn, daß er nicht tiefer fällt. Würde man diesen Theil des Bodens wegnehmen, so würde er tiefer zum Centrum dringen, bis er wieder einen Widerstand fände. Wenn ich nun die Materie betrachte, die zwischen dem Steine bis zum Centrum der Erde den Raum füllt, so habe ich ein großes Quantum der Erde, welches seiner Länge und Tiefe nach eine Zahl von vielen tausend Klaftern ausmacht. Wenn wir nur so tief eindringen wollen, als die Bergwerke in das Innere der Erde hineinzugraben versucht haben, so ist dieß schon allein eine große Masse von Erde. Und was ist nun die Tiefe, bis zu welcher ein Bergwerk die Erde ausgehöhlt hat, gegen die Tiefe, die man durchgraben müßte, bis man zum Mittelpunkte der Erde käme! Welche große Erdmasse ist diese, welche zwischen einer Stelle auf meinem Acker, und zwischen dem Centrum der Erde liegt? Aber nicht diese große Erdmasse ist es, die den Stein auf meinem Acker trägt, daß er

nicht sinke; nicht das unbeschreiblich große Quantum der Erdmasse, die zwischen der Oberfläche und dem Centrum liegt, ist es, welches dem Steine Widerstand leistet; sondern von allen Theilen dieses großen Quantum ist es nur etwas Weniges, nur ein andrer kleiner Stein, oder ein kleines Stück Holz, oder ein wenig Erde, wodurch der Stein getragen und vom fernern Sinken abgehalten wird. Also wendet nicht die ganze Erdmasse ihre Kraft an, um den Stein zu tragen, sondern nur ein kleiner Theil dieses großen Quantum ist hinlänglich, dem fallenden Steine, welcher vermöge seiner durchdringenden Kraft (seiner Schwerkraft) zum Centrum dringen will, zur Unterlage zu dienen. Folglich leistet die expansive (die zurückstoßende) Kraft nur mit einem sehr kleinen Theile der Materie einem andern Körper hinlänglichen Widerstand.

Es fragt sich nun, wie groß dieser Theil eines Quantum seyn werde, welcher vermittelst der expansiven Kraft den Widerstand leistet? Kant behauptet, die expansive Kraft würke, weil sie eine Flächenkraft sey, nur mit einem unendlich kleinen Quantum von Materie. Wenn wir unser angeführtes Beispiel des fallenden Steins, welchem nur ein kleines Quantum von der so großen Erde Widerstand zu leisten braucht, vor Augen behalten, so können wir schon hieran abnehmen, daß Kant Recht habe. Denn dasjenige Fleckchen, oder Pünktchen der Materie, mit

welchem die Zurückstoßungskraft dem Steine Widerstand leistet, ist gegen die große Erdmasse, die zwischen dem Steine und dem Centrum der Erde liegt, fast wie Nichts zu rechnen. Das Quantum der Materie, mit welchem die Zurückstoßungskraft der Anziehungskraft des Steins Widerstand leistet, ist, im Verhältnisse gegen die ganze Erdmasse betrachtet, kleiner als jede Zahl, die sich angeben läßt, d. h. dieß Quantum ist unendlich klein.

Wir bemerken uns also diesen Satz als völlig wahr und gewiß: die Bewegung, welche die expansive Kraft hervorbringt, und durch welche sie einem andern mit der Anziehungskraft bewegten Körper Widerstand leistet, geschiehet mit einem unendlich kleinen Quantum der Materie.

2) Außer diesem so eben erläuterten Satze muß man auch noch Kants vierten Lehrsatz der Anfangsgründe der Naturwissenschaft Seite 113 voraussetzen: in aller Mittheilung der Bewegung sind Würkung und Gegenwürkung gleich.

3) Ferner muß man sich den Inhalt des fünften Paragraphen wiederholen, daß die Größen der Bewegung sich verhalten, wie die Produkte aus den Geschwindigkeiten in die Massen. $Q = CM$.

Dies sind die drei Voraussetzungen, die man sich gegenwärtig erhalten muß, um die Texteswotte, die diesem §. vorgedruckt sind, gehörig zu verstehen.

Wir wissen nun schon, daß die expansive (zurückstoßende) Kraft eine Flächenkraft ist, die folglich nur mit einem unendlich kleinen Quantum der Materie würkt. Weil Q = CM, d. h. weil die Größe der Bewegung ein Produkt aus der Geschwindigkeit in die Masse ist, so folgt, daß es bei der Bewegung, welche vermittelst der expansiven Kraft geschieht, auch auf die dabei anzunehmende Geschwindigkeit ankömmt. Ehe wir diese bestimmen, so lassen Sie uns, meine Leser, auf die andere Kraft, auf die anziehende Kraft sehen, welche der zurückstoßenden Kraft entgegen würkt. Weil die anziehende Kraft nicht eine Flächenkraft, sondern eine durchdringende Kraft ist, so würkt sie auch anders, als die bloße Flächenkraft. Die durchdringende Kraft würkt also mit endlicher Masse, oder mit einem endlichen Quantum der Materie. Beide Kräfte, deren Würkung und Gegenwürkung jetzt betrachtet wird, müssen also erstlich so stehen:

Expansive Kraft.	Anziehende Kraft.
Unendlich kleines Quantum der Materie.	Endliches Quantum der Materie.

Der Kürze wegen will ich das Quantum der Materie mit dem einen Worte: Masse, ausdrücken.

Daraus, daß der expansiven Kraft nur eine unendlich kleine Masse, der Anziehungskraft aber ei-

ne endliche Masse zukömmt, vermittelst deren eine Bewegung gewürkt wird, läßt sich nun leicht abmessen, welche Geschwindigkeit der einen und der andern Kraft beigelegt werden müsse. Wir wollen die Sache uns erst so vorstellen, daß wir beiden Kräften in ihren Bewegungen eine endliche Geschwindigkeit beilegen.

Expansive Kraft.	Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse.	Endliche Masse.
Endliche Geschwindigkeit.	Endliche Geschwindigkeit.

Wenn dieß der Fall wäre, so würde die Anziehungskraft ein solches zerstörendes Uebergewicht behaupten, daß sie die expansive Kraft ganz überwältigte, wodurch also die Materie, die doch einen Raum erfüllen und folglich widerstehen soll, selbst vernichtet und aufgehoben würde. Wenn beide Kräfte, dem mechanischen Gesetze der gleichen Würkung und Gegenwürkung gemäß, einander nicht aufheben, sondern Widerstand leisten sollen, so muß einer von diesen Fällen Statt finden:

Erster Fall:

Expansive Kraft.		Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse. Unendliche Geschwindigkeit.	=	Endliche Masse. Endliche Geschwindigkeit.

Zweiter Fall:

Expansive Kraft.		Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse. Endliche Geschwindigkeit.	=	Endliche Masse. Unendlich kleine Geschwindigkeit.

Einer von diesen beiden Fällen muß nothwendig Statt finden, wenn das von Kant und von allen mathematischen Physikern bewiesene mechanische Gesetz der gleichen Würkung und Gegenwürkung bestehen soll. Auf jeden Fall bleibt dieß unverändert, daß die expansive Kraft mit einer unendlich kleinen Masse, die Anziehungskraft hingegen mit einer endlichen Masse würke. Folglich muß die Geschwindigkeit bey der expansiven Kraft darnach sich richten, je nachdem die Geschwindigkeit bey der andern Kraft angenommen wurde. Ist die Geschwindigkeit bey der Anziehungskraft endlich, so muß, wenn die expansive Kraft den gehörigen Widerstand leisten soll, die Geschwindigkeit bey der letzten Kraft mehr als endlich, d. h., unendlich seyn. Aber eine unendliche Geschwindigkeit anzunehmen, hieße, etwas Unmögliches annehmen, weil $C = \frac{S}{T}$ ist, weil also der Raum durch die Zeit gemessen werden muß. In der Bestimmung der Geschwindigkeit bleibt immer etwas Endliches, das angegeben werden kann, indem entweder der Raum, der zurückgelegt wird, oder die darauf verwendete Zeit mit einer gegebe=

nen Zahl ausgedrückt werden muß. Eine unendliche Geschwindigkeit fällt also von selbst hinweg. Deswegen bleibt nun nichts anders übrig, als daß wir den zweiten Fall annehmen, nach welchem wir der expansiven Kraft eine endliche Geschwindigkeit beilegen. Die Geschwindigkeit bey der Anziehungskraft muß daher unendlich klein seyn. Durch die Annahme des zweiten Falls geschiehet also allen Forderungen blos allein ein Genüge, indem der Natur der Flächenkraft gemäß gehandelt wird, indem ferner nichts gegen die Natur der Geschwindigkeit behauptet wird, indem endlich auf diese Weise das mechanische Gesetz der gleichen Würkung und Gegenwürkung seine völlige Befriedigung findet.

Wir setzen also diesen Satz als unläugbare Wahrheit fest: **Die expansive Kraft würket mit unendlich kleiner Masse, und mit endlicher Geschwindigkeit; bei der Anziehungskraft hingegen ist die Masse endlich, die Geschwindigkeit aber unendlich klein.**

Jetzt werden uns die Kantischen Texteswort deutlicher seyn. Wenn gesagt wird, „die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft geschiehet „jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit;" so heißt das so viel: wenn die bewegende Kraft, welche eine Materie in Bewegung setzt, eine expansive Kraft

ist, so vollführt sie ihren Eindruck auf einen andern Körper mit einer endlichen Geschwindigkeit. Das unendlich kleine Quantum der Materie, welches durch die expansive Kraft bewegt wird, könnte gar nichts würken, wenn es nicht mit endlicher Geschwindigkeit sich bewegte. Blos auf den Fall, daß das unendlich kleine Quantum der Materie, welches der expansiven Kraft zum Spielraum anheim fällt, mit einer endlichen Geschwindigkeit sich bewegt, ist die expansive Kraft im Stande, der Anziehungskraft, die eine endliche Masse und eine unendlich kleine Geschwindigkeit verbindet, Widerstand zu leisten. Da die expansive Kraft allemal nur eine unendlich kleine Masse hat, mit welcher sie würken kann, so muß sie, wenn sie etwas thun will, eine endliche Geschwindigkeit zu Hülfe nehmen. Die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft geschiehet also jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit, das heißt, bei der Bewegung, welche durch die expansive Kraft entstehet, und durch welche auf einen andern Körper ein Eindruck gemacht werden soll, befinden sich allemal diese beiden Stücke: 1) ein unendlich kleines Quantum der Materie, und 2) eine endliche Geschwindigkeit.

Nun entstehet die Frage: wie groß ist die Geschwindigkeit, welche durch die Sollicitation der expansiven Kraft dem andern Körper eingedrückt wird? Kant antwortet: diese eingedrückte Geschwindigkeit

kann nur unendlich klein seyn. Die Richtigkeit dieser Antwort erhellet so. Die expansive und die anziehende Kraft sind nur dann in Würkung und Gegenwürkung einander gleich, wenn sie nach dem oben dargestellten zweiten Falle sich verhalten.

Expansive Kraft.		Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse / Endliche Geschwindigkeit.	=	Endliche Masse / Unendlich kleine Geschwindigkeit.

Sollte nun die expansive Kraft einem Körper, der durch Anziehungskraft bewegt wird, eine endliche Geschwindigkeit eindrücken (oder entziehen), so wäre ja die Würkung größer als die Ursache ist. In der Würkung wäre mehr enthalten, als in der Ursache liegt. Denn nun hätten wir bei der Anziehungskraft eine endliche Masse und eine endliche Geschwindigkeit. Aber dieses Produkt ist größer, als die Ursache bei der expansiven Kraft betrug. Sobald wir bei der Anziehungskraft zu der endlichen Masse eine endliche Geschwindigkeit nehmen wollten, so müßte bei der expansiven Kraft die Geschwindigkeit unendlich angenommen werden. Dann entstände der erste oben genannte Fall, und nur dann wäre die expansive Kraft der Anziehungskraft gleich. Da nun aber die expansive Kraft eine unendlich kleine Masse und eine endliche Geschwindigkeit hat, und da die Würkung nicht größer seyn kann, als die Ursache beträgt: so folgt,

daß die gewürkte Geschwindigkeit, die einem endlichen Quantum der Materie, von einem unendlich kleinen Quantum der Materie durch die expansive Kraft eingedrückt werden soll, nur unendlich klein seyn könne.

Das von Kant gebrauchte Beispiel macht die Sache noch einleuchtender. (Exempla illustrant). Wenn ein Gewicht von einer zusammengedrückten Luft getragen wird, so übt das Gewicht vermittelst der Anziehungskraft auf die Luft eine solche Würkung aus, daß die Luft ganz verdrungen werden würde, wenn sie nicht Widerstand leistete. Die Luft, die zusammengedrückt wird, sucht sich auszudehnen, und durch diesen Widerstand, den sie dem Gewichte entgegensetzt, wird sie erst tüchtig, das Gewicht zu tragen. Die zusammengedrückte Luft berührt aber das Gewicht nicht mit allen ihren Theilen, sondern nur mit einem unendlich kleinen Quantum der Materie, weswegen sie eine Flächenkraft heissen muß. Nur die Theile der Luft, die unmittelbar an das Gewicht stoßen, halten das Gewicht zurück, und verursachen durch diese Gegenbewegung so viel, daß das Gewicht nicht weiter dringen kann. Die expansive Kraft, welche der Anziehungskraft des Gewichts (der Schwere) entgegenstrebt, hat nun bei dem Produkte ihrer geleisteten Gegenbewegung eine unendlich kleine Masse, und nach der Erörterung dieses Paragraphen, eine endliche Geschwindigkeit zu Faktoren.

Denn allemal ist Q = CM. Das Gewicht hingegen würket als anziehende Kraft mit einer endlichen Masse, und weil Q = q seyn soll, mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit auf die zusammengedrückte Luft. Das Gewicht würket als Schwere mit seiner ganzen Masse, also mit einer endlichen Masse. Sollte nun das Gewicht noch dazu mit einer endlichen Geschwindigkeit würken, so müßte man die Geschwindigkeit, eben deswegen, weil sie endlich seyn soll, mit einer Zahl (z. B. mit 1, oder ½ u. s. w.) angeben können. Da nun die Schwere mit Acceleration würkt, so müßte die Geschwindigkeit, welche der zusammengedrückten Luft eingedrückt wird, so sehr zunehmen, daß man sie bemerken könnte, und daß also das Gewicht immer weniger und weniger getragen würde, oder mit andern Worten, daß das Gewicht immer tiefer und tiefer sänke. Aber wenn ein Gewicht von einer zusammengedrückten Luft getragen wird, so siehet man nicht, daß das Gewicht tiefer sinkt, sondern es bleibt in der nämlichen Lage. Also bewegt sich das Gewicht in seinem Streben nach dem Centrum mit einer so kleinen Geschwindigkeit, daß man sie nicht angeben kann, das heißt, mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit, die von dem Zustande der Ruhe fast nicht unterschieden ist. Dieß zeigt selbst der Augenschein, indem das getragene Gewicht nicht von seiner Stelle rückt, sondern stets unverändert auf der zusammengedrückten Luft zu ruhen scheint. Die Geschwindigkeit, mit welcher das

Gewicht als anziehende Kraft auf die zusammengedrückte Luft würkt, muß also unendlich klein seyn. Hieraus kann man sich es ebenfalls erläutern, daß die Geschwindigkeit, welche von der zusammengedrückten Luft dem Gewichte eingedrückt (oder entzogen) wird, nur unendlich klein seyn könne. Denn fände das Gegentheil Statt, so müßte das Gewicht, welches jetzt getragen wird, immer weiter und weiter fortgestoßen werden, bis das Tragen des Gewichts ganz aufhörte. Das finden wir aber nicht, sondern das Gewicht, welches von der zusammengedrückten Luft vermittelst der expansiven Kraft getragen wird, bleibt so sehr unverändert in seiner Lage, daß sein Zustand eine völlige Ruhe zu seyn scheint. Folglich muß die Geschwindigkeit, die dem Gewichte von der expansiven Kraft eingedrückt wird, unendlich klein, das heißt, so klein seyn, daß sie von der Ruhe fast um nichts unterschieden ist. Die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft geschiehet also zwar mit einer endlichen Geschwindigkeit, aber die Geschwindigkeit, die dadurch einem andern Körper (dem Gewichte) eingedrückt wird, kann nur unendlich klein seyn.

§. 10.

Von der Sollicitation der Anziehungskraft.

„Dagegen ist die Anziehung eine durchdringen„de Kraft, und als mit einer solchen übt ein „endliches Quantum der Materie auf ein gleich-

„falls endliches Quantum einer andern bewe-
„gende Kraft aus. Die Sollicitation der An-
„ziehung muß also unendlich klein seyn, weil
„sie dem Moment der Acceleration (welches je-
„derzeit unendlich klein seyn muß) gleich ist,
„welches bei der Zurückstoßung, da ein unend-
„lich kleiner Theil der Materie einem endlichen
„ein Moment eindrücken soll, der Fall nicht
„ist. Es läßt sich keine Anziehung mit einer
„endlichen Geschwindigkeit denken, ohne daß
„die Materie durch ihre eigene Anziehungskraft
„sich selbst durchdringen müßte. Denn die An-
„ziehung, welche eine endliche Quantität Ma-
„terie auf eine endliche mit einer endlichen Ge-
„schwindigkeit ausübt, muß einer jeden endli-
„chen*) Geschwindigkeit, womit die Materie
„durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit
„einem unendlich kleinen Theil der Quantität
„ihrer Materie entgegenwürkt, in allen Punk-
„ten der Zusammendrückung überlegen seyn."

Diese Kantischen Worte wird derjenige größten-
theils schon verstehen, welcher die vorhergehenden
Paragraphen dieses Commentars mit Aufmerksam-
keit gelesen hat. Inzwischen bedarf manches noch

---

*) In den meisten Ausgaben, die ich gesehen habe, steht der den Sinn entstellende Druckfehler, eine jede endliche.

einer weitern Erklärung. Zuerst sehen wir darauf zurück, wie weit uns der vorige Paragraph gebracht hat. Aus ihm gieng diese Bestätigung hervor, daß in der Sollicitation der Materie durch expansive Kraft 1) das Quantum der Materie unendlich klein sey, 2) daß die Geschwindigkeit endlich sey, 3) und daß die Geschwindigkeit, welche einem andern Körper durch diese Sollicitation eingedrückt wird, unendlich klein sey. Jetzt wollen wir nun untersuchen, mit welcher Geschwindigkeit die Sollicitation der Materie durch Anziehungskraft geschehe, weswegen die Untersuchung angestellt wird, wie groß die Geschwindigkeit sey, welche dadurch einem andern Körper eingedrückt wird.

Die Anziehung ist nun offenbar eine durchdringende Kraft. Die Schwere würkt nicht blos da, wo die Grenze eines Körpers ist, sondern sie erstreckt sich mit ihrer Einwürkung auf die ganze Masse, die ihr entgegensteht §. 9. Vermittelst der Anziehungskraft (der Schwere), die eine durchdringende Kraft ist, übt ein endliches Quantum der Materie, (z. E. ein Gewicht von 1, 10, 100 ℔ und so ferner) auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern Materie (z. E. Luft, oder Wasser u. s. w.) bewegende Kraft aus. Das Gewicht sucht die Luft zusammenzudrücken, oder irgend ein anderes entgegenstehendes Quantum der Materie von der Stelle zu verdrängen, und übt folglich auf einen

andern Körper eine bewegende Kraft aus. Der Anziehungskraft, durch welche ein Quantum der Materie eine bewegende Kraft ausübt, gehört also eine gewisse Quantität der Bewegung, und weil $q = cm$ ist, so fragt es sich, wie groß die Geschwindigkeit seyn werde, mit welcher das endliche Quantum der Materie auf einen andern Körper einen Eindruck zu machen strebt? Kant antwortet mit Recht, die Geschwindigkeit, mit welcher die Sollicitation der Anziehungskraft geschiehet, muß unendlich klein seyn. Dieß erhellet so. Wir wissen ein für allemal, daß $q = cm$. §. 5. Wir wissen ferner aus §. 9., daß bey der Anziehungskraft die Masse endlich sey. Sollte nun die Anziehungskraft, die mit endlicher Masse würkt, noch dazu mit einer endlichen Geschwindigkeit würken, so entstände die Folge, daß das aus diesen Faktoren entstehende Produkt (die gewürkte Geschwindigkeit) auch endlich seyn müßte. Denn wenn ich zwey Faktoren, die sich angeben lassen, die also endlich sind, mit einander multiplicire, so bekomme ich jederzeit ein Produkt, das ebenfalls endlich ist. Nehmen wir also an, daß bei der Anziehungskraft die Masse endlich und die Geschwindigkeit gleichfalls endlich sey: so ist das Produkt, oder die bei dem andern Körper gewürkte Geschwindigkeit ebenfalls endlich. Da nun aber die Anziehungskraft beständig fortwürkt, da also die gewürkte Geschwindigkeit mit Acceleration wächst, so würde folgen, daß der bewegte Körper in einer ge-

gebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, welches nach §. 8. unmöglich ist. Soll diesem zufolge diese unendliche Geschwindigkeit, die unmöglich ist, wegfallen, so darf ich bei dem endlichen Quantum der Anziehungskraft keine endliche Geschwindigkeit annehmen. Denn sonst erhielte ich, wenn die beiden Faktoren, endliche Masse, und endliche Geschwindigkeit mit einander multiplicirt werden, ein endliches Produkt, d. h. die dem andern Körper eingedrückte Geschwindigkeit würde endlich seyn. Sobald aber dieß Moment der Acceleration endlich ist, so entstände die Ungereimtheit einer unendlichen Geschwindigkeit in einer gegebenen Zeit. Die durch Anziehungskraft gewürkte Geschwindigkeit darf also nicht endlich seyn, sondern sie muß unendlich klein seyn. Wir wollen uns den Beweis, der hier gegeben wird, in folgende einzelne Sätze zerlegt vorstellen.

a) Das Moment der Acceleration, oder die gewürkte Geschwindigkeit, die gleichförmig wächst, muß jederzeit unendlich klein seyn. §. 8.

b) Wenn die Anziehungskraft zu ihrer endlichen Masse auch noch mit endlicher Geschwindigkeit würkte, so wäre das Produkt (die gewürkte Geschwindigkeit) auch endlich.

c) Sobald aber das Produkt, oder die von der Anziehungskraft gewürkte und einem andern

Körper eingedrückte Geschwindigkeit endlich ist, sobald also das Moment der Acceleration endlich ist: sobald entsteht auch die nothwendige Folge, daß der Körper in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangt. §. 8.

d) Weil dieß unmöglich ist, so folgt, daß dasjenige wegfallen muß, wodurch das Moment der Acceleration endlich wurde.

e) Da das Qantum der Materie bei der Anziehungskraft immer endlich bleibt, so ist, wenn die unter c angezeigte Unmöglichkeit vermieden werden soll, nichts anders übrig, als daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Anziehungskraft würkt, unendlich klein seyn müsse.

f) Wenn nun die Anziehungskraft bei ihrer endlichen Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit würkt, so entsteht ein Produkt, welches unendlich klein ist, das heißt mit andern Worten: die Geschwindigkeit, die von der Anziehungskraft einem andern Körper eingedrückt wird, ist unendlich klein.

g) Blos unter dieser Bedingung bleibt das unverletzt stehen, was oben bewiesen wurde, und was jederzeit Statt finden muß, daß das Moment der Acceleration jederzeit unendlich klein seyn müsse.

h) Weil nun der Effekt, die gewürkte Geschwindigkeit, oder das Moment der Acceleration jederzeit unendlich klein seyn muß, so kann auch die Ursache nicht so groß seyn, daß daraus ein endlicher Effect erfolgen müßte. Die Sollicitation, die Ursache, muß daher unendlich klein seyn, und weil bei der Anziehungskraft die Masse endlich bleibt, so muß deswegen der andere Faktor, nämlich die Geschwindigkeit, unendlich klein seyn.

Jetzt werden diese Kantischen Worte ihr gehöriges Licht haben: „die Sollicitation der Anziehung muß also unendlich klein seyn, „weil sie dem Momente der Acceleration (welches je„derzeit unendlich klein seyn muß) gleich ist." — Die erstern unterstrichenen Worte kann man sich zum Vortheile der Deutlichkeit so übersetzen: die Sollicitation der Materie durch Anziehungskraft muß jederzeit mit unendlich kleiner Geschwindigkeit geschehen. Hieraus kann man auch bestimmen, wohin das Pronomen relativum welches gehört, wenn Kant so fortfährt: „welches bei der Zurückstoßung, „da ein unendlich kleiner Theil der Materie einem „endlichen ein Moment eindrücken soll, der Fall „nicht ist." Der Leser wird zuerst nicht wissen, wohin das Fürwort welches bezogen werden soll. Dieß Fürwort bezieht sich auf den Umstand, daß die Ge-

Bayerische Staatsbibliothek München

schwindigkeit in der Sollicitation durch Anziehungskraft unendlich klein seyn müsse. Die Sache hängt nämlich so zusammen. Die Würkung, die gewürkte Geschwindigkeit, (das Moment der Acceleration) ist jederzeit unendlich klein. Aber die Ursachen, die Sollicitation durch Anziehungskraft, und die Sollicitation durch Zurückstoßungskraft, bringen den nämlichen Effekt auf verschiedene Weise hervor.

Die expansive Kraft bewürkt

durch	unendlich kleine Masse und endliche Geschwindigkeit	ein unendlich kleines Moment der Acceleration.

Die Anziehungskraft hingegen bewürkt

durch	endliche Masse und unendlich kleine Geschwindigkeit	ein unendlich kleines Moment der Acceleration.

Der Effect (das Moment der Acceleration) ist bei beiden Sollicitationen der nämliche. Aber der Umstand, daß in der Sollicitation durch Anziehungskraft die Geschwindigkeit unendlich klein ist, fällt bei der Sollicitation durch expansive Kraft weg, weil diese letztere eine endliche Geschwindigkeit anwenden muß. Daß die Sollicitation der Materie durch Anziehungskraft mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit geschehen müsse, beweißt Kant ferner in den folgenden Worten von: „Es läßt sich keine An-

„ziehung — — bis überlegen seyn." Um diesen Beweis desto deutlicher zu übersehen, wollen wir, wie wir §. 9. es machten, beide Kräfte gegeneinander über setzen. Wir lassen der expansiven Kraft die höchste Geschwindigkeit, die wir geben können, nämlich endliche Geschwindigkeit, und nehmen, wie wir thun müssen, die Masse unendlich klein an. Nun wollen wir den Versuch machen, und der Anziehungskraft, statt der unendlich kleinen Geschwindigkeit, eine endliche Geschwindigkeit ertheilen. Dann stånden sie so gegen einander:

Expansive Kraft.	Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse.	Endliche Masse.
Endliche Geschwindigkeit.	Endliche Geschwindigkeit.

Hier ist es offenbar, daß die Anziehungskraft, die mit endlicher Masse und mit endlicher Geschwindigkeit würkt, der expansiven Kraft, die zwar eine endliche Geschwindigkeit, aber nur eine unendlich kleine Masse zum Widerstande hat, auf jeden Fall überlegen seyn müsse. Die Anziehungskraft (oder die zusammendrückende Kraft) würde also eine so unwiderstehliche Macht äußern, daß die Materie endlich ganz zusammengedrückt würde, das heißt, daß die Materie keinen Raum mehr erfüllte, und folglich keine Materie mehr bliebe. Die Materie könnte

dann der zusammendrückenden Kraft keinen Widerstand mehr leisten, und die Undurchdringlichkeit, also die Materie, hörte ganz auf. Die Materie müßte also, da die Undurchdringlichkeit ganz aufhört, sich selbst durch ihre eigene Anziehungskraft durchdringen, welches ein Widerspruch ist. Denn das Wesen der Materie bestehet ja eben darin, daß sie einen Raum erfüllt, daß sie zwar zusammengedrückt, aber nicht bis zur völligen Vernichtung zusammengedrückt werden kann. Nach dem 6ten Lehrsatze der Dynamik in den metaph. Anfangsgr. d. Naturw. heißt es S. 55. „durch bloße Anziehungskraft ohne Zurückstoßung ist keine Materie möglich.“ Folglich kann die Zurückstoßungskraft durch die Anziehungskraft nicht vernichtet, nicht zerstört werden. Dieß würde aber geschehen, wenn die Anziehungkraft mit einer endlichen Geschwindigkeit würkte. Hieraus ergiebt sich die unwiderlegliche Folgerung, daß die Anziehungskraft niemals mit einer endlichen Geschwindigkeit würken könne, und folglich muß die Sollicitation der Materie durch Anziehungskraft jederzeit mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit geschehen.

Anhang zum zehnten Paragraphen.

„Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft „ist, wie man sich den Zusammenhang denkt, „so würde das Gegentheil von diesem folgen. „Allein es ist unmöglich, ihn so zu denken, wenn

„er wahre Anziehung, (und nicht blos äußere „Zusammendrückung) seyn soll."

Diese Worte bedürfen weiter keiner Erklärung. Wenn die Anziehung eine Flächenkraft wäre, so müßte natürlicher Weise alles dasjenige wegfallen, was vorher von der Sollicitation der Anziehungskraft gesagt worden ist. Allein wenn nicht alles in bloße Flächenkraft verwandelt werden soll, wenn Anziehungskraft und Flächenkraft zusammen erforderlich sind, damit Materie möglich sey, und wenn ferner die bloße äußere Zusammendrückung zur Flächenkraft gehört, so muß der Zusammenhang, der von der bloßen äußern Zusammendrückung unterschieden, und also etwas anders ist, zur Anziehung gerechnet werden. Der Zusammenhang ist keine Flächenkraft, wenn er wahre Anziehung seyn soll.

§. 11.
Von dem Widerstande.

„Ein absolut harter Körper würde derjenige „seyn, dessen Theile einander so stark zögen, daß „sie durch kein Gewicht getrennt, noch in ihrer „Lage gegen einander verändert werden könnten. „Weil nun die Theile der Materie eines solchen „Körpers sich mit einem Momente der Accelera„tion ziehen müßten, welches gegen das der „Schwere unendlich, der Masse aber, welche „dadurch getrieben wird, endlich seyn würde: so

„müßte der Widerstand durch Undurchdringlich„keit, als expansive Kraft, da er jederzeit mit „einer unendlich kleinen Quantität Materie ge„schieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit „der Sollicitation geschehen, d. i. die Materie „würde sich mit unendlicher Geschwindigkeit aus„zudehnen trachten, welches unmöglich ist. Also „ist ein absolut harter Körper, d. i. ein solcher, „der einem mit endlicher Geschwindigkeit beweg„ten Körper im Stoße einen Widerstand, der „der ganzen Kraft desselben gleich wäre, in ei„nem Augenblicke entgegensetzte, unmög„lich. Folglich leistet eine Materie durch ihre „Undurchdringlichkeit, oder Zusammenhang, ge„gen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewe„gung, in einem Augenblicke nur unendlich klei„nen Widerstand."

Wir wollen zuerst einen Blick darauf zurückwerfen, wie weit wir durch den vorigen Paragraphen gekommen sind. Da sahen wir, daß sowohl die Sollicitation der Anziehungskraft, als auch die Sollicitation der expansiven Kraft ein unendlich kleines Moment der Acceleration hervorbringe. Jetzt wird nun untersucht, wie groß der Widerstand sey, den eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit leiste. Es wird erhellen, daß er nur unendlich klein seyn könne.

Der Beweis, den Kant für diesen Satz geführt hat, ist im Anfange des Perioden so abgefaßt, daß

man die Ausdrücke nicht sogleich nach ihrem wahren Sinne übersehen kann. Man sehe nur einmal folgenden Vordersatz an: „Weil nun die Theile „eines solchen Körpers (wessen, des absolut harten Körpers, oder des Gewichts?) „sich mit „einem Moment der Acceleration ziehen „müßten, (soll hier der Ausdruck ziehen eben so viel bedeuten, als was sonst anziehen sagt, oder soll das Wort ziehen so etwas angeben, was dem absolut harten Körper, also der expansiven Kraft anheim fällt? Ist dieß letztere, so entstehet eine Verwirrung, indem man ein Wort gebraucht, welches sonst nur der Anziehungskraft eigenthümlich eingeräumt wird.) „welches gegen das der Schwere „unendlich, (gegen das der Schwere, was soll dieß heißen? Natürlich muß man es so nehmen, welches Moment der Acceleration gegen das Moment der Acceleration der Schwere,) „der Masse aber, „die dadurch getrieben wird, endlich seyn „würde" (was soll das heißen, der Masse aber?) Soll ich suppliren: gegen das der Masse aber? Also gegen das Moment der Acceleration der Masse aber? Aber hat denn die Masse ihr eigenes Moment der Acceleration? Oder soll ich, gegen das, nach Griechischer und Lateinischer Construction nehmen, so daß es nicht auf das Moment der Acceleration geht, sondern so viel sagt: welches in Rücksicht der Schwere unendlich, aber in Rücksicht der Masse endlich ist? Kurz dieser Vordersatz ist höchst undeutlich ausgedrückt.

und es wird bei manchem viele Mühe kosten, ehe er ihn gehörig übersehen lernt.

Durch folgende Erklärungen, die ich zur bessern Uebersicht nach Zahlen abtheilen will, wird alle Dunkelheit und alle Schwierigkeit verschwinden.

1) Aus dem 9ten §. müssen wir es uns wiederholen, in welchem Verhältnisse die expansive und die Anziehungskraft zu einander stehen. Wir fanden, daß diese beiden Kräfte so geordnet werden müssen:

Expansive Kraft.		Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse Endliche Geschwindigkeit.	=	Endliche Masse Unendlich kleine Geschwindigkeit.

Die expansive Kraft sollicitirt mit endlicher Geschwindigkeit, und bringt dadurch bei dem andern Körper, der durch Anziehungskraft würken will, ein unendlich kleines Moment der Acceleration hervor.

2) Sollte nun die Sollicitation der expansiven Kraft bei dem Körper, der Anziehungskraft besitzt, eine endliche Geschwindigkeit, oder, welches einerlei ist, ein endliches Moment der Acceleration hervorbringen, so müßte die Sollicitation der expansiven Kraft mit unendlicher Geschwindigkeit geschehen. Die beiden Kräfte müßten dann so geordnet werden:

Expansive Kraft.		Anziehungskraft.
Unendlich kleine Masse	=	Endliche Masse
Unendl. Geschwindigkeit.		Endliche Geschwindigkeit.

Nur unter dieser Bedingung, daß die expansive Kraft mit unendlicher Geschwindigkeit sollicitirt, kann es allein geschehen, daß der Anziehungskraft eine endliche Geschwindigkeit eingedrückt oder entzogen wird. Ein endliches Moment der Acceleration (oder eine endliche Geschwindigkeit) bei der Anziehungskraft setzt allemal eine solche Sollicitation der expansiven Kraft voraus, die mit unendlicher Geschwindigkeit geschieht.

3) Weil aber die Sollicitation die Einwürkung ist, die in einem Augenblicke geschieht, so hieße die Sollicitation der expansiven Kraft, die mit unendlicher Geschwindigkeit geschieht, nichts anders, als die Materie würde durch die expansive Kraft mit unendlicher Geschwindigkeit ausgedehnt. Die Materie müßte sich in einem Augenblicke mit unendlicher Geschwindigkeit ausdehnen.

4) Aber eine unendliche Geschwindigkeit und eine Ausdehnung der Materie, die mit unendlicher Geschwindigkeit in einem Augenblicke vor sich gienge, ist unmöglich.

5) Folglich ist auch ein absolut harter Körper, oder ein absolut undurchdringlicher Körper unmöglich.

Diesen Punkt müssen wir uns recht deutlich vorstellen, daß ein absolut harter Körper, und ein Körper, der mit unendlicher Geschwindigkeit sich in einem Augenblicke ausdehnt, Ein und Ebendasselbe sey. Wenn man einen Körper absolut hart, oder absolut undurchdringlich nennt, so will man damit so viel sagen, daß gar kein Gewicht vorhanden sey, wodurch die Theile des absolut harten, des absolut undurchdringlichen Körpers getrennt oder in ihrer Lage gegeneinander verändert werden könnten. Der absolut harte Körper muß also jedem Gewichte, jeder Einwürkung der Schwere überlegen seyn. Soll aber nun der absolut harte Körper jedem Gewichte überlegen seyn, so kann dieß nicht anders, als so geschehen, daß dem Körper der Anziehungskraft ein Moment der Acceleration eingedrückt wird, welches größer ist, als dasjenige Moment, welches der expansiven Kraft eingedrückt wird. Da nun die Anziehungskraft der expansiven Kraft eine unendlich kleine Geschwindigkeit eindrückt; und da dasjenige, was die expansive Kraft dem mit der Anziehungskraft bewegten Körper eindrückt, größer seyn muß: so folgt, daß die expansive Kraft eben deswegen, weil der Körper absolut undurchdringlich seyn soll, dem andern Körper, der Anziehungskraft äußert, eine endliche Geschwindigkeit eindrücken müßte. Jetzt wäre die expansive Kraft immer überlegen. Denn wenn auch die Geschwindigkeit, welche die

Anziehungskraft dem Körper der expansiven Kraft eindrückte, durch die Acceleration noch so sehr wüchse, so bliebe die expansive Kraft doch noch stärker; denn sie setzte jeder Acceleration in jedem Augenblicke eine unendliche Geschwindigkeit entgegen, vermöge welcher sie dem mit der Anziehungskraft begabten Körper ein endliches Moment eindrückte, während daß sie von der Anziehungskraft nur ein unendlich kleines Moment eingedrückt erhielte. Die Anziehungskraft wird also immer mehr zurückgetrieben, und stets weiter zurückgestoßen, als sie sich nähern kann. Der Körper, der durch Anziehungskraft bewegt wird, vermag es daher niemals, den absolut harten Körper zu trennen, oder die Lage seiner Theile gegeneinander zu verändern. Denn jedesmal, daß die Anziehungskraft dem absolut undurchdringlichen Körper einen Stoß mittheilen will, wird ihr eine weit größere Geschwindigkeit entzogen, als sie selbst anwandte, und folglich kann sie dem absolut harten Körper nichts anhaben.

Ein absolut harter, ein absolut undurchdringlicher Körper ist also dadurch ein absolut undurchdringlicher Körper, daß er dem andern mit Anziehungskraft bewegten Körper eine endliche Geschwindigkeit (ein endliches Moment der Acceleration) eindrückt, das heißt mit andern Worten: daß er mit unendlicher Geschwindigkeit sollicitirt. Der Deutlichkeit

wegen will ich die Ausdrücke, die einerlei sagen, unter einander setzen. Es ist nämlich einerlei, ob ich sage

a) der Körper ist absolut hart, er ist absolut undurchdringlich;

oder ob ich sage:

b) der Körper drückt vermittelst seiner expansiven Kraft dem andern mit Anziehungskraft bewegten Körper eine endliche Geschwindigkeit, ein endliches Moment der Acceleration, ein;

oder ob ich sage:

c) die Sollicitation der expansiven Kraft geschiehet mit unendlicher Geschwindigkeit, das heißt, die Materie trachtet, in einem Augenblicke, mit unendlicher Geschwindigkeit, sich auszudehnen.

Da nun dieß letztere, wie es von selbst einleuchtet, unmöglich ist, so fällt auch das Erste und Zweite (a und b) weg, und es giebt also keinen absolut undurchdringlichen Körper. Denn die Geschwindigkeit bei der Sollicitation der expansiven Kraft müßte sonst unendlich seyn, welches sich selbst aufhebt.

6) Giebt es nun keinen absolut undurchdringlichen Körper; fällt das von selbst weg, daß die Sollicitation der expansiven Kraft mit unendlicher Geschwindigkeit geschehen sollte: so bleibt nichts anders übrig, als daß die Sollicitation der expansiven Kraft nur mit endlicher Geschwindigkeit geschie-

het. Sobald aber die expansive Kraft zu ihrem unendlich kleinen Quantum der Materie nur eine endliche Geschwindigkeit bei dem Geschäfte der Sollicitation gebrauchen kann: sobald ist es auch, wie wir §. 10. sahen, entschieden, daß der bei dem andern Körper (bei dem mit Anziehungskraft bewegten Körper) hervorgebrachte Effekt, nämlich das Moment der Acceleration, nur unendlich klein seyn könne.

7) Folglich leistet ein Körper vermittelst seiner expansiven Kraft dem andern Körper, der mit Anziehungskraft bewegt wird, nur einen unendlich kleinen Widerstand. Denn die expansive Kraft drückte dem andern Körper nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit ein, oder, welches einerlei ist, sie entzog dem andern Körper nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit.

8) Die Materie, die durch expansive Kraft sich ausdehnt, und dadurch den andern Körper zurückstößt; die dem andern Körper nach Nro. 7. nur einen unendlich kleinen Widerstand leistet, und deswegen keine absolute Undurchdringlichkeit besitzt, hat also nur eine relative Undurchdringlichkeit, und ihr Widerstand ist von der Art, daß er mit den Graden der Zusammendrückung proportionirlich wächst. Je mehr z. B. die Luft zusammengedrückt wird, um desto heftiger wird

der Widerstand, den die Luft leistet, und um desto größer wird die Kraft, mit welcher sich die Luft auszudehnen trachtet. Die zusammengedrückte Luft leistet also ihren Widerstand nicht auf einmal, nicht in einem Augenblicke, so daß der Widerstand, den die expansive Kraft dem anziehenden Körper entgegensetzte, der ganzen Kraft des anziehenden Körpers gleich wäre: sondern der Widerstand der Undurchdringlichkeit wird nur in Graden geleistet, indem die expansive Kraft in ihrer Sollicitation nur mit endlicher Geschwindigkeit würket, und folglich dem endlichen Quantum der Materie der Anziehungskraft nur ein unendlich kleines Moment der Acceleration eindrückt, d. h. nur einen unendlich kleinen Widerstand leistet.

9) Jetzt werden wir nun die Kantischen Textesworte, die ich im Anfange dieses §. als schwer anzeigte, mit leichter Mühe verstehen können. Soll der absolut harte Körper so fest seyn, daß kein noch so großes Gewicht, also überhaupt gar kein endliches Gewicht in seinem Stoße ihm etwas anhaben kann, sondern soll jedes Gewicht von diesem absolut harten Körper zurückgestoßen werden: so heißt das nichts anders gesagt, als, der absolut harte Körper bringt durch seine expansive Kraft in dem Gewichte eine Acceleration hervor, die der von dem Gewichte bewürkten Acceleration allemal überlegen ist. Denn nur auf diese Weise ist der

Körper absolut hart, wenn er der Einwürkung eines jeden Gewichts eine noch größere Einwürkung entgegensetzt, wenn also seine hervorgebrachte Acceleration jeder endlichen Acceleration, die das Gewicht bei ihm hervorbringen konnte, überlegen ist. Nach dieser Vorerinnerung will ich nun die Uebersetzung den Texteswortten gegenübersetzen.

Kantische Texteswortte.

Weil nun die Theile der Materie eines solchen Körpers sich mit einem Moment der Acceleration ziehen müßten, welches gegen das der Schwere unendlich, der Masse aber, die dadurch

Erklärende Uebersetzung.

Weil nun die Theile eines absolut harten Körpers sich so fest ziehen, das heißt, durch expansive Kraft den schweren Körper so sehr zurückstoßen müßten, daß dadurch in dem Quantum der Anziehungskraft eine Acceleration, die unendlich ist, hervorgebracht würde; weil die durch expansive Kraft bewürkte Acceleration größer seyn müßte, als diejenige noch so große Acceleration, welche durch die Anziehungskraft im Quantum der Materie der expansiven Kraft entstehet; weil also die Acceleration, welche die expansive Kraft der endlichen Masse der Anziehungskraft austheilt, derjenigen Ac-

Kantische Textes-worte.	Erklärende Uebersetzung.
getrieben wird, endlich seyn würde: so müßte der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, als expansive Kraft, da er jederzeit mit einer unendlich-kleinen Quantität der Materie geschieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollicitation geschehen, d. i. die Materie würde sich mit unendlicher	celeration unendlich überlegen seyn muß, welche durch Anziehungskraft entstehet; weil also der zurückstoßende Körper einer endlichen Masse eine Acceleration eindrückte, die in jeder Rücksicht der durch die Anziehungskraft entstandenen Acceleration überlegen wäre: so müßte folglich der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, da er jederzeit mit einer unendlich-kleinen Quantität der Materie geschiehet, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollicitation geschehen. Soll der zurückstoßende Körper der endlichen Masse der Anziehungskraft eine endliche Geschwindigkeit eindrücken, und so eine unendliche Acceleration bey dieser endlichen Masse der zurückgetriebenen Materie hervorbringen: so setzt das bey der expansiven Kraft eine Sollicitation voraus (siehe Nro. 2.), die mit unendlicher Geschwindigkeit geschiehet. Die Ma-

Kantische Textesworte.	Erklärende Uebersetzung.
Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist.	terie würde sich also mit unendlicher Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist. Folglich giebt es auch keinen absolut harten Körper. Der zurückstoßende Körper leistet daher jederzeit nur einen unendlich kleinen Widerstand.

§. 12. Beschluß.

Folgerung, daß Acceleration und Retardation continuirlich geschehe.

„Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz „der Stetigkeit (lex continui mechanica), nämlich: an keinem Körper wird der Zustand der „Ruhe, oder der Bewegung, und an dieser, der „Geschwindigkeit oder der Richtung, durch den „Stoß in einem Augenblicke verändert, sondern „nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied von einander kleiner ist, als der des ersten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf „eine Materie stößt, wird also durch den Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe, oder der, so

„in Ruhe war, nur durch continuirliche Accele=„ration in Bewegung, oder aus einem Grade „Geschwindigkeit in einen andern nur nach der=„selben Regel versetzt; imgleichen wird die Rich=„tung seiner Bewegung in eine solche, die mit „jener einen Winkel macht, nicht anders, als ver=„mittelst aller möglichen dazwischen liegenden „Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in „einer krummen Linie, verändert, (welches Ge=„setz aus einem ähnlichen Grunde auch auf die „Veränderung des Zustandes eines Körpers durch „Anziehung erweitert werden kann.)"

Die Folgerung, die Kant aus den vorigen Sä=tzen ableitet, wird nunmehr einem Jeden leicht und ungezwungen sich von selbst darbieten.

Aus §. 10. erhellet, daß die Sollicitation der Anziehungskraft, so wie der expansiven Kraft, nur ein unendlich kleines Moment der Acceleration her=vorbringe. Wird also einem Körper, der in Ruhe war, Bewegung mitgetheilt, so erhält er diese Be=wegung nicht auf einmal, nicht in einem Augenbli=cke, sondern die Beschleunigung wächst in unendlich kleinen Graden, die kleiner sind, als jede Zahl, die sich angeben lässet. Weil der sollicitirende Körper A einem andern Körper B in jedem Augenblicke nur ei=ne unendlich kleine Geschwindigkeit eindrückt, so be=wegt sich folglich der Körper, dem diese unendlich

kleine Geschwindigkeit eingedrückt wird, mit einer Geschwindigkeit, die nicht viel von Ruhe unterschieden ist. Wird diese unendlich kleine Geschwindigkeit, die der Körper B vermöge des Gesetzes der Trägheit behält, in jedem Augenblicke wieder mit eben demselben Momente der Geschwindigkeit vermehrt, so entsteht (§. 7.) die Acceleration, vermöge welcher die durchlaufenen Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhielten. Hat nun ein Körper B in einer gewissen Zeit den Zustand seiner Ruhe mit einer bestimmten Bewegung verändert, so muß er ja nothwendig durch die unendliche Reihe von Zwischenzuständen, die zwischen dem Zustande der Ruhe, und zwischen dem Zustande der bestimmten Bewegung liegen, hindurch geschritten seyn. Nun hieß uns nach dem 2ten §. eine Größe continuirlich oder stetig, wenn sie so beschaffen ist, daß sich in ihr kein Theil als der kleinste angeben läßt, daß die Grenze des einen Theils zugleich die Grenze des andern Theils ist, und daß der Unterschied dieser Theile von einander kleiner ist, als der des ersten und des letzten. Wir müssen daher sagen, daß der Körper B, der mit unendlich kleinen Geschwindigkeiten von dem Zustande der Ruhe sich entfernte, vermöge dieser Acceleration durch den Stoß continuirlich (nicht auf einmal, nicht in einem Augenblicke) sich verändere, bis er zu der bestimmten Bewegung hingelangt. Es findet also kein plötzlicher Sprung aus dem Zustan-

de der Ruhe bis in den Zustand einer gewissen bestimmten Bewegung Statt, sondern der Uebergang aus dem Zustande der Ruhe in den Zustand der Bewegung geschiehet allemal in einer gewissen Zeit, so daß der Körper B die unendliche Reihe von Zwischenzuständen durchschreitet, die zwischen dem ersten und zwischen dem letzten Zustande sich befinden, und deren Unterschied von einander kleiner ist, als sich angeben läßt. Wir müssen daher dieß Resultat als gewiß annehmen: daß an keinem Körper der Zustand der Ruhe durch den Stoß in einem Augenblicke verändert werde. Ein jeder Körper, der in Ruhe ist, wird nur durch continuirliche Acceleration in Bewegung gesetzt.

Aus §. 11. erhellet, daß der Widerstand, den ein zurückstoßender Körper leistet, nur unendlich klein seyn könne. Wenn also ein bewegter Körper A auf eine Materie B stößt, so drückt die Materie B dem Körper A nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit ein. Oder mit andern Worten: dem bewegten Körper A wird von der Materie B nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit entzogen. Weil vermöge des Gesetzes der Trägheit der Körper A die ihm von der Materie B eingedrückte Geschwindigkeit behält, und weil also durch die in jedem Augenblicke wiederholte Einwürkung im Körper A eine Acceleration hervorgebracht wird, so wächst folglich die Einwür-

kung der entgegengesetzten zurückstoßenden Kraft, und dieß heißt mit andern Worten: dem bewegten Körper A wird von seiner Bewegung immer mehr entzogen, bis ihm seine Bewegung ganz genommen, und er also in Ruhe versetzt ist. Weil nun der Widerstand, den die Materie B leistete, in jedem Augenblicke unendlich klein war, und weil folglich der Widerstand in jedem folgenden Augenblicke mit unendlich kleinen Geschwindigkeiten wächst, so folgt aus diesem Gesetze der Acceleration, daß dem bewegten Körper seine Bewegung nicht auf einmal, sondern nur nach und nach, und zwar continuirlich entzogen werde. Diese continuirlich = abnehmende Bewegung heißt Retardation. Es stehet also auch dieses Resultat fest: ein bewegter Körper, der auf eine Materie stößt, wird durch deren Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe gebracht.

Und so wäre denn dieß wichtige Gesetz (lex continui mechanica), welches für die gesammte Physik, ja für die ganze Philosophie die merkwürdigsten Folgen darbietet, bewiesen und erläutert. Wie genau die Betrachtung dieses Gesetzes mit dem ganzen Umfange der Metaphysik, z. B. mit dem, was Anschauung, was Substanz u. s. f. seyn soll, zusammenhange, kann man aus Schellings Ideen zu einer Philosophie der Natur. 1797. Erstes, zweites Buch

Seite 128-141, abnehmen, welches ich mich hier zur Anzeige zu bringen begnüge, da ich meinen Zweck, einen Commentar über die wichtige Kantische Stelle zu liefern, erreicht zu haben glaube.

Das Uebrige, was in den Kantischen Worten dieses Paragraphen noch steht, hat keine Schwierigkeit mehr. Wenn das einmal gewiß ist, daß die Veränderung der Ruhe in Bewegung, und umgekehrt, eine continuirliche Acceleration und Retardation sey: so sieht man leicht ein, daß dieses Gesetz der Stetigkeit auch bis dahin erweitert werden müsse, wenn davon die Rede ist, wie die Richtung der Bewegung verändert werde. Eine Bewegung kann nämlich, nach eben diesen bisher erwogenen Gründen, in eine andere Bewegung, die mit der ersten einen Winkel macht, nicht schnell und plötzlich gerichtet werden, sondern der Uebergang von einer Richtung in die andere muß auch hier continuirlich geschehen. Diese Veränderung kann nur vermittelst aller möglichen dazwischen liegenden Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in einer krummen Linie geschehen. Die zuletzt vorkommende Parenthese in den Kantischen Worten hat diesen Sinn. Kant hat bei seinem Vortrage über die Mittheilung der Bewegung nur von den repulsiven Kräften, als vom Drucke (wie vermittelst gespannter Federn), oder vom Stoße vorzüglich geredet. Es giebt aber auch eine Mittheilung der Bewegung durch Anziehung,

zum Beispiele, wenn etwa ein Comet, von stärkerem Anziehungsvermögen, als die Erde, im Vorbeigehen vor derselben sie nach sich fortschleppte. Von dieser Mittheilung der Bewegung durch Anziehung will Kant keine besondere Erwähnung thun, weil die Anwendung der Gesetze der einen auf die andere nur in Ansehung der Richtungslinie verschieden, übrigens aber in beiden Fällen einerlei ist. Siehe Metaphys. Anfangsgr. Mechanik. 1ste Erklär. In diesem Sinne sagt Kant an unsrer Stelle: „welches Gesetz (der Stetigkeit) aus einem ähnlichen „Grunde auch auf die Veränderung des Zustandes „eines Körpers durch Anziehung erweitert werden „kann.“

Bayerische Staatsbibliothek München

x 5196

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Graeffe, Johann Friedrich Christoph

Commentar über eine der schwersten Stellen in Kant's metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft das mechanische Gesetz der Stetigkeit betreffend

Celle 1798

Ph.sp. 323 l
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10043325-6
VD18 1306150